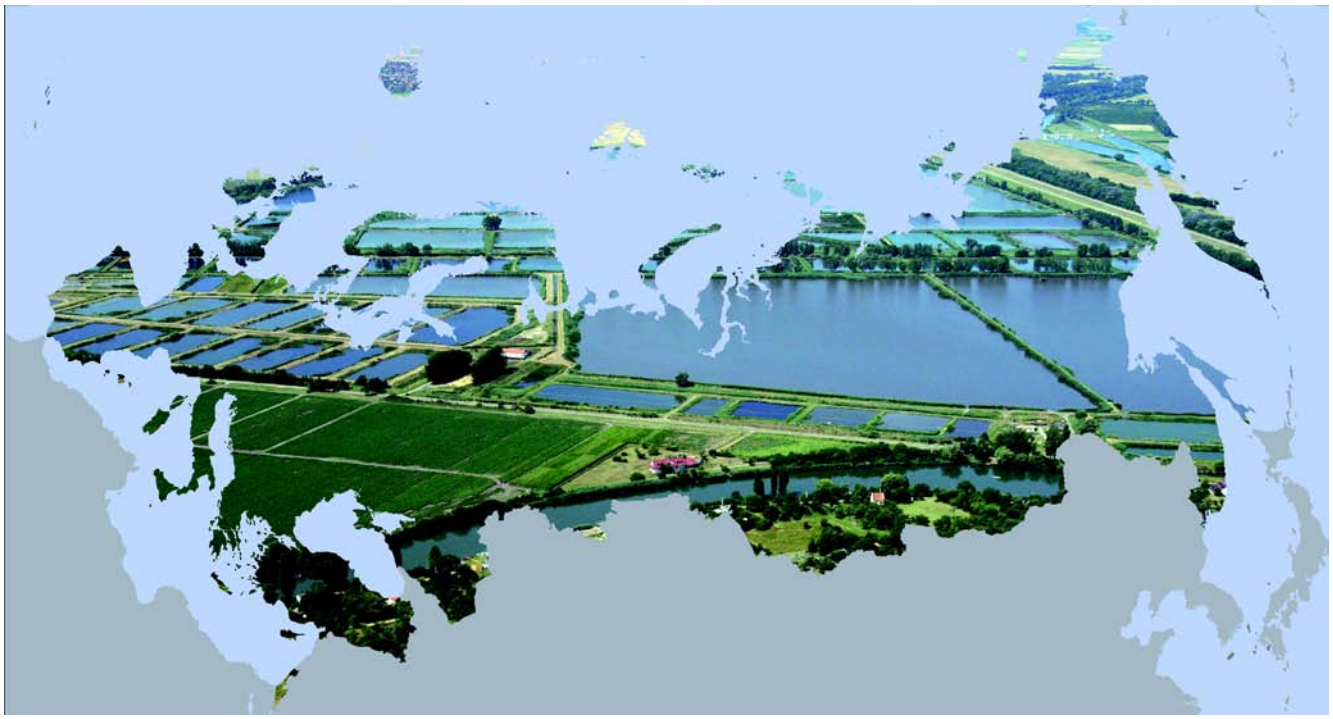
FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1061/1
Информационный бюллетень ФАО по рыболовству и аквакультуре № 1061/1

FIRA/C1061/1 (Bi)

ISSN 2070-6065

REGIONAL REVIEW ON STATUS AND TRENDS IN AQUACULTURE DEVELOPMENT IN EUROPE – 2010

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ В ЕВРОПЕ – 2010



Cover: *Fishponds in the landscape of Hungary*.
S. Borghesi and Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, Hungary.

Copies of FAO publications can be requested from:
Sales and Marketing Group
Office of Knowledge Exchange, Research and Extension
Food and Agriculture Organization
of the United Nations
E-mail: publications-sales@fao.org
Fax: +39 06 57053360
Web site: www.fao.org/icatalog/inter-e.htm

Копии публикаций ФАО можно запросить по адресу:
Sales and Marketing Group
Communication Division
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italy
Электронная почта: publications-sales@fao.org
Факс: +39 06 57053360

FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1061/1
Информационный бюллетень ФАО по рыболовству и аквакультуре № 1061/1

FIRA/C1061/1 (Bi)

REGIONAL REVIEW ON STATUS AND TRENDS IN AQUACULTURE DEVELOPMENT IN EUROPE – 2010

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ В ЕВРОПЕ – 2010

By/Авторы:

László Váradi
Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, Hungary
Ласло Варади
Институт рыболовства, аквакультуры и ирригации, Сарваш, Венгрия

Alistair Lane
European Aquaculture Society, Oostende, Belgium
Алистер Лейн
Европейское общество аквакультуры, Остенде, Бельгия

Yves Harache
European Aquaculture Society, Oostende, Belgium
Ив Араш
Европейское общество аквакультуры, Остенде, Бельгия

Gergő Gyalog
Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, Hungary
Гергё Дьялог
Институт рыболовства, аквакультуры и ирригации, Сарваш, Венгрия

Emese Békefi
Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, Hungary
Эмеше Бекефи
Институт рыболовства, аквакультуры и ирригации, Сарваш, Венгрия

and/и **Péter Lengyel**
Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, Hungary
Петер Лендел
Институт рыболовства, аквакультуры и ирригации, Сарваш, Венгрия

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
ROME, 2011
Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
Рим, 2011 г.

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

The views expressed in this information product are those of the author and do not necessarily reflect the views of FAO.

Используемые обозначения и представление материала в настоящем информационном продукте не означают выражения какого-либо мнения со стороны Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций относительно правового статуса или уровня развития той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ или рубежей. Упоминание конкретных компаний или продуктов определенных производителей, независимо от того, запатентованы они или нет, не означает, что ФАО одобряет или рекомендует их, отдавая им предпочтение перед другими компаниями или продуктами аналогичного характера, которые в тексте не упоминаются.

Мнения, выраженные в настоящем информационном продукте, являются мнениями автора (авторов) и не обязательно отражают точку зрения ФАО.

E-ISBN 978-92-5-006868-8

All rights reserved. FAO encourages reproduction and dissemination of material in this information product. Non-commercial uses will be authorized free of charge. Reproduction for resale or other commercial purposes, including educational purposes, may incur fees. Applications for permission to reproduce or disseminate FAO copyright materials and all other queries on rights and licences, should be addressed by e-mail to:
copyright@fao.org
or to the
Chief, Publishing Policy and Support Branch
Office of Knowledge Exchange, Research and Extension
FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy

Все права защищены. ФАО поощряет тиражирование и распространение материалов, содержащихся в настоящем информационном продукте. Разрешается их бесплатное использование в некоммерческих целях по представлению соответствующего запроса. За тиражирование в целях перепродажи или в других коммерческих целях, включая образовательные, может взиматься плата. Заявки на получение разрешения на тиражирование или распространение материалов ФАО, защищенных авторским правом, а также все другие запросы, касающиеся прав и лицензий, следует направлять по электронной почте по адресу: copyright@fao.org или на имя начальника Подотдела издательской политики и поддержки Управления по обмену знаниями, исследованиям и распространению опыта по адресу:
Chief, Publishing Policy and Support Branch, Office of Knowledge Exchange, Research and Extension, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

© FAO 2011

PREPARATION OF THIS DOCUMENT

The present Regional Review on Status and Trends in Aquaculture Development in Europe was prepared as a collaborative effort of FAO's Aquaculture Service (FIRA) and the European Aquaculture Society (EAS). The compilation and editing of the document was done by László Váradi, Alistair Lane, Yves Harache, Gergő Gyalog, Emese Békefi and Péter Lengyel. The authors greatly appreciate the contributions by the following experts:

S. Alymov, D. Bassett, T. Chopin, P. Christofilogiannis, N. Cochennec, V. Cristea, V. Franicevic, A. Fredheim, B. Glamuzina, B. Hjeltnes, C. Hough, J. Hussenot, D. Jackson, L. J. Juchniewicz, S. Kaushik, D. Kucharczyk, P. Lassus, A. Le Breton, K. Maroni, D. Masson, D. Murphy, Y. Olsen, P. Paquotte, J.C. Raymond, K.I. Reitan, R. Robert, S. Rodriguez, F. Simard, A. Smaal, P. Sorgeloos, G. Turan, L. Van Hoof and L. Vasilyeva.

The finalization of the document required extensive work on presentation, layout and proofreading as well as recurrent technical editing and review, which was carried out by Uwe Barg of FAO's Aquaculture Service. Additional contributions were provided by FAO colleagues in particular Audun Lem (review of trade and marketing aspects) and Xiaowei Zhou (assistance in verification of FAO aquaculture statistics). Marika Panzironi assisted in the completion of the final layout of this Fisheries and Aquaculture Circular.

ПОДГОТОВКА НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА

Настоящий Региональный обзор состояния и тенденций развития аквакультуры в Европе был подготовлен в результате совместных усилий Службы аквакультуры ФАО (FIRA) и Европейского общества аквакультуры (EAS). Составление и редактирование документа выполнили Ласло Варади, Алистер Лейн, Ив Араш, Гергё Дьялог, Эмеше Бекефи и Петер Лендел. Авторы выражают свою глубокую признательность за вклады следующих экспертов:

С. Алымов, Д. Бассетт, Л. Ван Хоф, Л. Васильева, Б. Гламузина, Д. Джексон, Б. Ельтнесс, С. Каушик, Н. Кошаннек, В. Кристя, Д. Кухарчик, П. Лассюс, А. Ле Бретон, К. Марони, Д. Массон, Д. Мёрфи, И. Ольсен, Ф. Пакотт, Ж. К. Раймон, Х. И. Рейтан, Р. Роберт, С. Родригес, Ф. Симар, А. Смал, П. Соргелос, Г. Туран, В. Франицевич, А. Фредхейм, К. Хаф, П. Христофилояннис, Т. Шопен, Ж. Юссено и Л. Я. Юхневич.

Составление конечной редакции настоящего документа потребовало большой работы по оформлению, форматированию и вычитке, а также многократному техническому редактированию и проверке, которая была выполнена Уве Баргом из Службы аквакультуры ФАО. Дополнительный вклад внесли коллеги из ФАО, в частности, Э. Лем (проверка аспектов, связанных с торговлей и маркетингом) и Чжоу Сяовэй (помощь в проверке статистических данных ФАО по аквакультуре). Марика Панцирони оказала помощь в окончательном оформлении настоящего Информационного бюллетеня по рыболовству и аквакультуре.

Váradi, L., Lane, A., Harache, Y., Gyalog, G., Békefi, E. and P. Lengyel.
Regional Review on Status and Trends in Aquaculture Development in Europe – 2010/Региональный обзор состояния и тенденций развития аквакультуры в Европе – 2010.
FAO Fisheries and Aquaculture Circular/Информационный бюллетень ФАО по рыболовству и аквакультуре. No. 1061/1. Rome/Рим, FAO/ФАО. 2011. 257 p./стр.

ABSTRACT

In 2008, European fish and shellfish farmers produced some 2.5 million tonnes worth US$9.4 billion. European aquaculture is considered a world leader in the production of some high value species (salmonids, sea bass, sea bream, turbot) and contributes significantly to global aquaculture development through knowledge and technology transfer. Europe is a globally important and growing market for fish, with ‘new’ aquaculture species being imported. Collaborative aquaculture networking continues to be strengthened, e.g. the European Aquaculture Technology and Innovation Platform established recently to improve communication between aquaculturists, researchers, consumers and policy makers. The recently renewed EU Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture aims to address growth challenges faced by the industry, and thereby to make European aquaculture more competitive, ensure sustainable growth and improve the sector's image and governance. Overall, key challenges include consumer safety, the sustainable use of resources, production development and better harmonization of the legislation at the European and national levels.

АННОТАЦИЯ

В 2008 году европейские рыбоводы и моллюсководы произвели около 2,5 млн тонн продукции стоимостью 9,4 млрд долларов США. Европейская аквакультура считается мировым лидером по производству некоторых ценных видов (лососёвых рыб, лаврака, дорады, тюрбо) и оказывает значительное содействие развитию аквакультуры в мире путём трансфера знаний и технологий. Европа представляет собой значительный в мировом масштабе и растущий рынок рыбной продукции, куда импортируются «новые» объекты аквакультуры. Продолжает укрепляться сотрудничество в рамках различных сетей, например, Европейской технологической и инновационной платформы по аквакультуре, созданной недавно для улучшения коммуникации между рыбоводами, учёными, потребителями и политиками. Недавно переработанная Евросоюзом Стратегия устойчивого развития европейской аквакультуры направлена на решение препятствий роста, с которыми сталкивается отрасль, и, как следствие, на повышение конкурентоспособности европейской аквакультуры, обеспечение её устойчивого роста и улучшение общественного восприятия сектора и его управления. В целом, ключевые проблемы включают в себя безопасность потребителей, устойчивое использование ресурсов, развитие производства и лучшее согласование законодательных норм на европейском и национальных уровнях.

CONTENTS

PREPARATION OF THIS DOCUMENT iii

ABSTRACT iv

CONTENTS v

ACRONYMS AND ABBREVIATIONS xiii

1. EXECUTIVE SUMMARY 1

1.1 Current status and trends 1
1.2 Salient issues 3
1.3 The way forward 5

2. SOCIAL AND ECONOMIC BACKGROUND OF THE REGION 7

3. GENERAL CHARACTERISTICS OF THE SECTOR 12

3.1 Status and Trends 12
3.1.1 Production volumes and values in the region 12
3.1.2 Main production systems and technologies 20
3.1.3 Intensification and diversification trends 22
3.2 Salient issues and success stories 23
3.3 The way forward 24

4. RESOURCES, SERVICES AND TECHNOLOGIES 26

4.1 Status and trends 26
4.1.1 Land and water 26
4.1.2 Genetic resources and seed supply 27
4.1.3 Feed resources 29
4.1.4 Farming technologies 30
4.1.5 Aquatic animal health support and services 31
4.1.6 Financial capital 33
4.1.7 Aquaculture insurance 34
4.1.8 Harvest and post-harvest services 34
4.2 Salient issues and success stories 36
4.2.1 Salient issues 36
4.2.2 Success stories 36
4.3 The way forward 37

5. Aquaculture and Environment 42

5.1 Status and trends 42
5.1.1 General environmental conditions 42
5.1.2 Aquatic animal health issues and management 53
5.1.3 Use of exotic species 58
5.1.4 Integrated multitrophic aquaculture 59
5.1.5 Conflicts with other users and potential synergies 60
5.1.6 Perception of the environmental performance of the sector 61
5.2 Salient issues and success stories 62
5.3 The way forward 63
5.3.1 Continue to improve the environmental performance of aquaculture 63
5.3.2 Demonstrate good environmental practices of aquaculture 64
5.3.3 Anticipate the effects of climate change 64

6. MARKETS AND TRADE 65

6.1 Status and trends 65
6.1.1 Most important produced/traded species across all countries 65
6.1.2 Food safety and labelling requirements 68
6.1.3 Certification and organic aquaculture 69

7. CONTRIBUTION OF AQUACULTURE TO FOOD SECURITY, SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT 76

7.1 Status and trends 76
7.1.1 Contribution of aquaculture to economic development 76
7.1.2 Role of aquaculture in the society, employment 78
7.1.3 Contribution of aquaculture to food security 81
7.2 Salient issues and success stories 81
7.3 The way forward 82

8. EXTERNAL PRESSURES ON THE SECTOR 83

8.1 Status and trends 83
8.1.1 Climate change 83
8.1.2 Other factors 84
8.2 The way forward 85

9. THE ROLE OF SHARED INFORMATION: RESEARCH, TRAINING, EXTENSION AND NETWORKING 87

9.1 Overview of research and education frameworks 87
9.2 Foresight studies to identify key research issues and trends 89
9.3 New developments in dissemination and outreach 91
9.3.1. Organizational coooperation 91
9.3.2 Interregional cooperation 94
9.3.3 Dissemination 94
9.4 Technology transfer mechanisms 95
9.5 The European Technology Platforms and Aquaculture 95
9.5.1 The European Aquaculture Technology & Innovation Platform (EATIP) 96
9.5.2 Short- and medium-term actions of EATIP 96

10. GOVERNANCE AND MANAGEMENT OF THE SECTOR 98

10.1 Institutional governance 98
10.1.1 Aquaculture strategies 98
10.1.2 Strategic environmental assessment and regulatory frameworks for an ecosystem approach to the sector 99
10.1.3 Economic incentives 101
10.2 Stakeholder interaction 103
10.2.1 Consultation channels – evaluation of the EU Advisory Council for Fisheries and Aquaculture 103
10.2.2 Interaction with consumer organizations 103
10.3 Sector self-governance 104
10.4 Data collection and management 105
10.5 Salient issues and success stories 106
10.6 The way forward 107

11. IMPLEMENTATION OF THE BANGKOK DECLARATION AND STRATEGY 108

12. REFERENCES 237

BOXES

Box 1:	Molluscs and other shellfish	17
Box 2:	Small and medium-size enterprises (SMEs) dominate in European aquaculture	22
Box 3:	Status and development perspectives of sturgeon farming in Central and Eastern Europe	23
Box 4:	"Aranyponty" multifunctional fish farm in Hungary	27
Box 5:	Success story: several million tuna eggs	29
Box 6:	Increasing occurrence of coastal "green tides" and threats to human health in Brittany, France	45
Box 7:	Impact of cage culture of seabream and seabass on mussel culture in Maliston bay, Croatia	51
Box 8:	Success story case study: Pangasius' growing success in EU markets	66
Box 9:	The use of Integrated Coastal Zone Management for marine aquaculture development in Croatia	101
Box 10:	IUCN-FEAP Guidelines on Site Selection and Site Management	105

TABLES

Table 1:	Quantity and value of aquaculture production in top twelve countries in Europe in 2008	14
Table 2:	Trends in production volume (tonnes) of the main species of aquaculture production in Europe 2002–2008	16
Table 3:	EU-funded projects on technology and system development in the FP6 program	38
Table 4:	The most important factors and actors expected to influence the development of the aquaculture industry up to 2020	39
Table 5:	Aquaculture share (in percent) in EU supply balance	68
Table 6:	SWOT analysis of European aquaculture	72
Table 7:	Economic and social importance of aquaculture in Europe	77
Table 8:	Employment in aquaculture in some coastal NUTS-2 regions of European Economic Area states	80
Table 9:	Contribution of total consumed fish and cultured fish to daily diet in 2005	82
Table 10:	Research priorities from the Irish "Sea Change" foresight study, 2006	91
Table 11:	Research priorities for European aquaculture, as identified by stakeholders in the EU FP6 FEUFAR initiative	92

FIGURES

Figure 1:	Population and GDP in the major countries in 2009 in Europe, including the Russian Federation	8
Figure 2:	GDP per capita in US$ at PPP in 2009 in selected European countries	9
Figure 3:	Per capita fish consumption in selected European countries, 2005	9
Figure 4:	Annual population growth rate, 2005–2010, by regions and selected European countries	10

Figure 5:	Share of fishing and fish farming industry's added value in the total GDP in selected European countries, average figures for 2005–2008	10
Figure 6:	Aquaculture production quantity (tonnes) and value (US$ billion) in Europe between 1990 and 2008	12
Figure 7:	Volumes of aquaculture production (tonnes) in Europe by environments between 1990 and 2008	13
Figure 8:	Volumes of aquaculture production in Europe by main species group	13
Figure 9:	Volumes of aquaculture production (tonnes) in Europe by regions and environments in 2008	15
Figure 10:	Evolution of the generated value of aquaculture production (US$ billion) in Europe between 1990 and 2008	15
Figure 11:	Relative contribution of the production volumes of major species to aquaculture production in Europe in 2008	18
Figure 12:	Evolution of the European mollusc production, 1990–2008	18
Figure 13:	Trends in production value (US$ billion) of the main species of aquaculture production in Europe 2000–2008	19
Figure 14:	Production of juveniles in the Mediterranean member associations of the Federation of European Aquaculture Producers	28
Figure 15:	Trends in balance of trade in aquatic food products from 1976 to 2007	67
Figure 16:	Share of women working in aquaculture in some European countries	81
Figure 17:	Relative weight of priority Axis 2 of the European Fisheries Fund (EFF) compared to total EFF allocation for each Member State	102

СОДЕРЖАНИЕ

ПОДГОТОВКА НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА iii
АННОТАЦИЯ iv
СОДЕРЖАНИЕ ix
АКРОНИМЫ И СОКРАЩЕНИЯ xv
1. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ 111
1.1 Актуальное состояние и тенденции 111
1.2 Ключевые проблемы 113
1.3 Дорога в будущее 116
2. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОН РЕГИОНА 118
3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕКТОРА 123
3.1 Состояние и тенденции 123
3.1.1 Объёмы и ценность продукции в регионе 123
3.1.2 Основные производственные системы и технологии 131
3.1.3 Тенденции интенсификации и диверсификации 134
3.2 Ключевые проблемы и истории успеха 134
3.3 Дорога в будущее 136
4. РЕСУРСЫ, УСЛУГИ И ТЕХНОЛОГИИ 138
4.1 Состояние и тенденции 138
4.1.1 Земля и вода 138
4.1.2 Генетические ресурсы и снабжение посадочным материалом 139
4.1.3 Кормовые ресурсы 141
4.1.4 Технологии выращивания 143
4.1.5 Система и услуги здравоохранения гидробионтов 144
4.1.6 Финансовый капитал 146
4.1.7 Страхование аквакультуры 147
4.1.8 Облов и переработка 148
4.2 Ключевые проблемы и истории успеха 149
4.2.1 Ключевые проблемы 149
4.2.1 Ключевые проблемы 149
4.2.2 Истории успеха 150
4.3 Дорога в будущее 152
5. АКВАКУЛЬТУРА И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА 156
5.1 Состояние и тенденции 156
5.1.1 Общие экологические условия 156
5.1.2 Проблемы здоровья гидробионтов и управление здоровьем 170
5.1.3 Использование экзотических видов 176
5.1.4 Интегрированная мультитрофическая аквакультура 177
5.1.5 Конфликты с другими пользователями и возможные синергические эффекты 179
5.1.6 Общественное восприятие экологической эффективности сектора 180
5.2 Ключевые проблемы и истории успеха 181
5.3 Дорога в будущее 182
5.3.1 Дальнейшее улучшение экологической эффективности аквакультуры 182
5.3.2 Демонстрация применения надлежащей экологической практики в аквакультуре 183
5.3.3 Предвидение последствий изменения климата 183

6. РЫНКИ И ТОРГОВЛЯ 184

6.1 Состояние и тенденции 184
6.1.1 Важнейшие для всех стран объекты производства и торговли 184
6.1.2 Продовольственная безопасность и требования по маркировке 188
6.1.3 Сертификация и органическая аквакультура 189

7. ВКЛАД АКВАКУЛЬТУРЫ В ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СОЦИАЛЬНОЕ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ 197

7.1 Состояние и тенденции 197
7.1.1 Вклад аквакультуры в экономическое развитие 197
7.1.2 Социальное значение аквакультуры, занятость 199
7.1.3 Вклад аквакультуры в продовольственное обеспечение 203
7.2 Ключевые проблемы и истории успеха 203
7.3 Дорога в будущее 204

8. ВНЕШНИЕ НАГРУЗКИ НА СЕКТОР 205

8.1 Состояние и тенденции 205
8.1.1 Изменение климата 205
8.1.2 Другие факторы 207
8.2 Дорога в будущее 208

9. РОЛЬ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ: ИССЛЕДОВАНИЯ, ОБУЧЕНИЕ, ИНФОРМАЦИОННО-КОНСУЛЬТАЦИОННЫЕ УСЛУГИ И СЕТИ 210

9.1 Обзор научно-исследовательских и образовательных структур 210
9.2 Форсайт-исследования для определения ключевых научно-исследовательских проблем и тенденций 213
9.3 Прогресс в распространении информации внутри и вне сектора 215
9.3.1 Сотрудничество между организациями 215
9.3.2 Межрегиональное сотрудничество 218
9.3.3 Распространение информации 219
9.4 Механизмы трансфера технологий 220
9.5 Европейские технологические платформы и аквакультура 220
9.5.1 Европейская технологическая и инновационная платформа по аквакультуре(EATIP) 221
9.5.2 Краткосрочные и среднесрочные действия EATIP 221

10. ПРАВЛЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ СЕКТОРОМ 223

10.1 Институциональное управление 223
10.1.1 Стратегии развития аквакультур 223
10.1.2 Стратегическая экологическая оценка и законодательные основы экосистемного подхода к сектору 224
10.1.3 Экономические стимулы 227
10.2 Взаимодействия заинтересованных сторон 228
10.2.1 Каналы консультации – оценка Консультативного комитета ЕС по рыболовству и аквакультуре 228
10.2.2 Взаимоотношения с организациями потребителей 229
10.3 Самоуправление в секторе 230
10.4 Сбор данных и управление ими 231
10.5 Ключевые проблемы и истории успеха 232
10.6 Дорога в будущее 233

11. ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ БАНГКОКСКОЙ ДЕКЛАРАЦИИ И СТРАТЕГИИ 235

12. ЛИТЕРАТУРА 237

ВСТАВКИ

Вставка 1:	Моллюски и ракообразные	128
Вставка 2:	В европейской аквакультуре преобладают малые и средние предприятия (МСП)	133
Вставка 3:	Состояние и перспективы развития осетроводства в Центральной и Восточной Европе	135
Вставка 4:	Рыбное хозяйство комплексного использования «Араньпонть» в Венгрии	139
Вставка 5:	История успеха: миллионы штук икры тунца	141
Вставка 6:	Растущая частота прибрежных «зелёных приливов» и их опасность для человеческого здоровья в Бретани (Франция)	160
Вставка 7:	Воздействие садкового выращивания дорады и лаврака на мидиеводство в заливе Мали Стон (Хорватия)	167
Вставка 8:	Пример истории успеха: Растущая популярность пангасиуса на рынках ЕС	185
Вставка 9.	Использование интегрированного управления прибрежной зоной для развития морской аквакультуры в Хорватии	227
Вставка 10:	Руководство МСОП-FEAP по выбору участков и управлению ими	231

ТАБЛИЦЫ

Таблица 1:	Объёмы и ценность аквакультурной продукции в двенадцати крупнейших странах-производителях Европы в 2008 году	125
Таблица 2:	Тенденции изменения объёмов продукции (в тоннах) основных объектов аквакультурного производства в Европе в 2002–2008 гг	127
Таблица 3:	Проекты по разработке технологий и систем, финансируемые ЕС в рамках 6РП	151
Таблица 4:	Важнейшие факторы и игроки, предположительно влияющие на развитие аквакультурного сектора до 2020 года	153
Таблица 5:	Доля аквакультуры (в процентах) в балансе снабжения ЕС	187
Таблица 6:	SWOT-анализ европейской аквакультуры	192
Таблица 7:	Экономическое и социальное значение аквакультуры в Европе	198
Таблица 8:	Занятость в аквакультуре в некоторых прибрежных регионах NUTS-2 государств Европейской экономической зоны	201
Таблица 9:	Вклад всей потребляемой и выращенной рыбы в повседневное питание в 2005 г.	204
Таблица 10:.	Научно-исследовательские приоритеты из ирландского форсайт-исследования «Изменения морей» 2006 года	215
Таблица 11:	Приоритеты исследований в европейской аквакультуре, определённые заинтересованными сторонами в рамках инициативы 6РП ЕС «FEUFAR»	216

ИЛЛЮСТРАЦИИ

Рисунок 1:	Население и ВВП в важнейших странах Европы в 2009 году, включая Российскую Федерацию	119
Рисунок 2:	ВВП на душу населения в долларах США (в ППС) в 2009 году в отдельных странах Европы	119
Рисунок 3:	Потребление рыбы на душу населения в отдельных странах Европы в 2005 году	120

Рисунок 4:	Среднегодовые темпы роста населения, 2005–2010, по регионам и в отдельных странах Европы	121
Рисунок 5:	Доля добавленной стоимости сектора рыболовства и рыбоводства в общем ВВП отдельных европейских стран, средние цифры за 2005–2008 годы	122
Рисунок 6:	Объём (в тоннах) и ценность (в млрд долларов США) продукции аквакультуры в Европе между 1990 и 2008 годами	123
Рисунок 7:	Объёмы продукции аквакультуры (в тоннах) по средам выращивания в Европе между 1990 и 2008 годами	124
Рисунок 8:.	Объёмы продукции аквакультуры в Европе по главным видовым группам	124
Рисунок 9:	Объёмы продукции аквакультуры (в тоннах) в Европе по регионам и средам выращивания в 2008 году	126
Рисунок 10:	Изменения ценности произведённой аквакультурной продукции	126
Рисунок 11:	Относительная доля объёмов продукции важнейших объектов выращивания в аквакультурном производстве Европы в 2008 году	129
Рисунок 12:	Развитие продукции европейского моллюсководства в 1990–2008 гг.	129
Рисунок 13:	Тенденции изменения ценности продукции (млрд долларов США) основных объектов аквакультуры в Европе, 2000–2008 гг.	130
Рисунок 14:	Производство молоди в средиземноморских ассоциациях-членах Федерации европейских производителей в секторе аквакультуры	140
Рисунок 15:	Тенденции в активном балансе торговли водными пищевыми продуктами с 1976 по 2007 год	186
Рисунок 16:	Доля женщин, занятых в аквакультуре в нескольких странах Европы	202
Рисунок 17:	Относительная доля 2-й оси приоритетов Европейского рыбохозяйственного фонда (EFF) в общей поддержке EFF, выделенной отдельным государствам-членам ЕС	228

ACRONYMS AND ABBREVIATIONS

ACFA	Advisory Committee for Fisheries and Aquaculture
AM	antimicrobial
ASC	Aquaculture Stewardship Council
B2B	business-to-business
BEUC	European Consumers' Organisation
CCRF	Code of Conduct for Responsible Fisheries
CEE	Central and Eastern Europe
CFP	Common Fisheries Policy
CIS	Commonwealth of Independent States
CMS	cardiomyopathy syndrome
CoC	Code of Conduct for Responsible Fisheries
DG MARE	Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries of the European Commission
EUR	Euro
EAS	European Aquaculture Society
EATIP	European Aquaculture Technology and Innovation Platform
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development
EC	European Commission
EEA	European Environment Agency
EEC	European Economic Community
EFARO	European Fisheries and Aquaculture Research Organisation
EFF	European Fisheries Fund
EFTA	European Free Trade Association
EIFAC	European Inland Fisheries Advisory Commission
EP/ICCBSD	European Parliament Intergroup on Climate Change, Biodiversity and Sustainable Development
ERA	European Research Area
EU	European Union
EurOcean	European Centre for Information on Marine Science and Technology
Eurostat	Statistical Office of the European Communities
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEAP	Federation of European Aquaculture Producers
FEFAC	European Feed Manufacturers Federation
FEUFAR	Future of European Aquaculture and Fisheries Research
FP	European Union Framework Programme
GDP	gross domestic product
GLOBALGAP	Global Partnership for Good Agricultural Practice
GM	genetically modified
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
HSMI	Heart and Skeletal Muscle Inflammation
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
IFFO	International Fishmeal and Fish Oil Organisation
IMF	International Monetary Fund
IMTA	Integrated Multitrophic Aquaculture
INRA	French National Institute for Agricultural Research
IPN	infectious pancreatic necrosis of salmonids
ISA	infectious salmon anaemia
ISD	Intergroup on Sustainable Development
IUCN	International Union for the Conservation of Nature
KHV	Koi herpes virus
LIFDC	low-income food-deficit country
LWE	live weight equivalent

MAPA	Ministry of Agriculture, Fisheries and Food of Spain
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
MSC	Marine Stewardship Council
NACA	Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific
NACEE	Network of Aquaculture Centres in Central-Eastern Europe
NASO	National Aquaculture Sector Overview
NGO	Non-Governmental Organization
NRC	Research Council of Norway
NUTS	Nomenclature of Territorial Units for Statistics
PCB	polychlorinated biphenyl
PD	pancreas disease
POP	persistent organic pollutant
RAC	Regional Advisory Council
RAS	Recirculation Aquaculture Systems
R&D	Research and Development
RTD	Research and Technological Development
RTDI	Research, Technological Development and Innovation
SARNISSA	Sustainable Aquaculture Research Networks in Sub-Saharan Africa
SMEs	small and medium enterprises
TÜBITAK	Scientific and Technological Research Council of Turkey
UNSTAT	United Nations Statistics Division
US$	United States Dollar
VHS	viral haemorrhagic septicaemia
WEI	Water Exploitation Index
WFD	Water Framework Directive
WWF	World Wild Fund for Nature

АКРОНИМЫ И СОКРАЩЕНИЯ

АМ	Антимикробный
ВВП	Валовой внутренний продукт
ВГС	Вирусная геморрагическая септицемия
ГМ	Генетически модифицированный
ЕАСТ	Европейская ассоциация свободной торговли
ЕБРР	Европейский банк реконструкции и развития
ЕврОкеан	Европейский центр информации по морской науке и технологии
Евростат	Статистическое бюро Европейских сообществ
ЕК	Европейская комиссия
ЕС	Европейский Союз
ЕЭС	Европейское экономическое сообщество
ИКЕС	Международный совет по исследованию моря
ИМТА	Интегрированная мультитрофическая аквакультура
ИЭВР	Индекс эксплуатации водных ресурсов
КВОРХ	Кодекс ведения ответственного рыбного хозяйства
МВФ	Международный валютный фонд
МСОП	Международный союз охраны природы
МСП	Малые и средние предприятия
НАСИ	Сеть центров аквакультуры в Центральной и Восточной Европе
НИОКР	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
ННТД	Научная и научно-техническая деятельность
НПО	Неправительственная организация
НТИД	Научная, научно-техническая и инновационная деятельность
ОЭПТ	Оценка экосистем на пороге тысячелетия
ПХБ	Полихлорированные бифенилы
РДВ	Рамочная директива по воде
РКС	Региональный консультативный совет
РП	Рамочная программа Европейского Союза
СНГ	Содружество Независимых Государств
СОЗ	Стойкие органические загрязнители
СтатООН	Статистический отдел Организации Объединённых Наций
УЗВ	Установка замкнутого водоснабжения
ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций
ЦВЕ	Центральная и Восточная Европа
ACFA	Консультативный комитет по рыболовству и аквакультуре
ASC	Аквакультурный попечительский совет
B2B	Бизнес для бизнеса
BEUC	Европейская организация потребителей
CFP	Общая рыбохозяйственная политика
CMS	Синдром кардиомиопатии
DG MARE	Генеральный директорат Европейской комиссии по морским вопросам и рыболовству
EUR	Евро
EAS	Европейское общество аквакультуры
EATIP	Европейская технологическая и инновационная платформа по аквакультуре
EEA	Европейское агентство по окружающей среде
EFARO	Европейская научно-исследовательская организация по рыболовству и аквакультуре
EFF	Европейский рыбохозяйственный фонд
EIFAC	Европейская консультативная комиссия по рыбному хозяйству во внутренних водах
EP/ICCBSD	Межпарламентская группа Европейского парламента по изменению климата, биоразнообразию и устойчивому развитию

ERA	Европейское исследовательское пространство
FEAP	Федерация европейских производителей в секторе аквакультуры
FEFAC	Европейская федерация производителей кормов
FEUFAR	Будущее европейских исследований по аквакультуре и рыболовству
GLOBALGAP	Всемирное партнёрство по надлежащей сельскохозяйственной практике
HACCP	Анализ рисков и критические точки контроля
HSMI	Воспаление сердечной и скелетных мышц
IFFO	Международная организация по рыбной муке и рыбьему жиру
INRA	Национальный институт сельскохозяйственных исследований Франции
IPN	Инфекционный некроз поджелудочной железы лососёвых рыб
ISA	Инфекционная анемия лосося
ISD	Межпарламентская группа по устойчивому развитию
KHV	Вирус герпеса кои
LIFDC	Страны с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия
LWE	Эквивалент живого веса
MAPA	Министерство сельского хозяйства, рыболовства и продовольствия Испании
MSC	Морской попечительский совет
NACA	Сеть центров аквакультуры в Азиатско-Тихоокеанском регионе
NASO	Национальный обзор сектора аквакультуры
NRC	Научно-исследовательский совет Норвегии
NUTS	Номенклатура территориальных единиц для целей статистики
PD	Болезнь поджелудочной железы
SARNISSA	Сети по исследованиям в сфере устойчивой аквакультуры в странах Африки южнее Сахары
TÜBITAK	Совет по научным и технологическим исследованиям Турции
US$	Доллар США
WWF	Всемирный фонд природы

1. EXECUTIVE SUMMARY

1.1 Current status and trends

While the population of Europe represents 12.6 percent of global population, the region accounts for 14.5 percent of the world consumption of fish and fishery products and has strong maritime and marine fishing traditions. However, the European Union (EU-27) market is far from being a homogeneous one. Only six Member States (Spain, France, Italy, Germany, UK and Portugal) account for 85 percent of the total expenditure on fish products. Southern European countries show the highest per capita consumption level; countries in Northern Europe show average levels (around 20 kg/year per capita) and those in Central and Eastern Europe show levels varying between 3 and 16 kg/year per capita, which are well below average. The majority of the Eastern European countries and Germany have been faced with decreasing populations over the last decade, while in Western European countries population growth is mainly attributed to the positive net migration rate. Of the countries covered by this review, only Israel, Turkey, Albania, Iceland and Ireland show significant natural population growth.

With the exception of the Faroe Islands, Norway, Malta and Greece, aquaculture remains an activity with a marginal contribution to national economies and employment. The total employment in the aquaculture of the region is currently estimated at around 150 000 full time equivalents, which is small, but may contribute locally to significant economic and employment activities (mollusc culture for instance). Extensive and semi-intensive systems (pond culture and shellfish farming) employ more people per unit production than modern intensive (and generally automated) systems.

Between 1990 and 2008, the production volume of European aquaculture increased by 55.3 percent, from 1 622 000 tonnes to 2 518 000 tonnes, while the production value doubled, from US$4 076 million to US$ 9 390 million. The increase was mainly attributable to the growth of marine finfish aquaculture, while freshwater aquaculture production declined. However, the overall production volume has shown only a moderate increase between 2002 and 2008 (+18.4 percent). European finfish culture is dominated by salmonids, sea bass, sea bream and common carp, but significant growth has come from higher-value fish species, particularly turbot and tuna. Cyprinids are the dominant species farmed in the Central and Eastern European region. Innovations in selective breeding and life cycle manipulation of the above species have contributed to the improvement of efficiency and quality of juvenile production. Specialist breeding companies supply much of the salmon and trout sectors. For emerging species, the most pressing bottleneck is the supply of juveniles, but research has lead to significant achievements in the culture of cod, meagre and others and more recently in the captive breeding of blue fin tuna.

The 2008 mollusc aquaculture production of 658 000 tonnes, contributed to 26 percent of the volume of the total European aquaculture production (16.6 percent of the value). The production showed a steady increase to reach a maximum output at the end of the 1990s, thereafter showing a decreasing trend. Mussel culture represents 71 percent of total molluscs produced in the region, followed by oysters (19.9 percent). The remaining is composed of clams, carpetshells and cockles, with a very small production of scallops. The main producing countries are Spain, France and Italy, but other countries show some increasing production trends, notably in other Mediterranean countries such as Greece and in Northern Europe, in Norway.

Farming systems and technologies also show a great diversity in Europe and include extensive culture in ponds, lagoons and coastal areas; semi-intensive farming in ponds and lagoons; intensive culture in flow through systems, recirculating aquaculture systems and sea cages, both in sheltered and more exposed zones. Shellfish is traditionally bottom cultured or grown on stakes or rafts. Coastal and offshore long line culture represents a growing percentage of the total production and a recent trend is the increasing supply of juvenile oyster from hatcheries in the main producing countries. Significant research and development has focussed on further improvement in the efficiency of production systems and the quality of the fish produced therein, while mitigating environmental impact. Examples include the development of underwater surveillance to manage feeding and biomass; the upscaling of recirculating systems; the development of cages and nets that can be used in higher energy locations and the development of integrated multi-trophic production systems.

With stagnating aquaculture production, the European market is increasingly dependent upon imports. Some 1.65 million tonnes (live weight equivalent) of farmed seafood products were imported into Europe in 2008. Almost half of this is salmon, although imports of pangasius catfish and tilapia from Southeast Asia have demonstrated remarkable growth in recent years. France and Italy are the biggest net importers in the EU, while Denmark and Greece are the biggest exporters. Exports from the EU totalled only 100 000 tonnes in 2008 and included mainly high-value processed products. The United States of America and the Russian Federation were the two largest importing countries of EU production. Harvest and post harvest services are significant components of the aquaculture industry in Europe and more than 135 000 people are estimated to be employed in fish processing in the EU. The annual value of processed fishery products produced by the sector stands at about EUR18 billion (approx. US$26 billion) per year, almost twice the value of capture fishery landings and aquaculture production combined. Production has continued to grow in recent years, but employment has been contracting due to advances in processing technology, industry consolidation and especially through the trend to outsource certain processing operations to third countries with lower labour costs.

The first European Union strategy for sustainable aquaculture development was developed in 2002 and prided three core objectives focusing on the ambitions of creating long-term secure employment, in particular in fishing-dependent areas; assuring the availability to consumers of products that are healthy, safe and of good quality, as well as promoting high animal health and welfare standards; and ensuring an environmentally sound industry. The strategy broadly achieved its objectives in terms of ensuring a high level of environmental protection and providing safe aquatic food from aquaculture, but growth of the industry foreseen in the strategy failed to materialize, with an estimated annual rate of only 0.5 percent compared to the target annual rate of 4 percent.

In 2009, and after a wide-ranging consultation with stakeholders, the European Commission launched a new initiative “Building a sustainable future for aquaculture. A new impetus for the Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture” (COM[2009] 162 final), aiming to address the obstacles to growth faced by the industry. The new strategy looks to make EU aquaculture more competitive, ensure sustainable growth and improve the sector's image and governance. The aim is not to create new legislation specifically for aquaculture, but to give a strong political impetus to its development through a focus on the role of public authorities.

EU legislation covers all stages of the production, processing, distribution and placing on the market of food intended for human consumption. Special attention is devoted to labelling of fishery and aquaculture products. European consumers seek greater reassurance in their seafood purchase decisions through additional attributes including traceability, fair trade, animal welfare and environmental impacts such as protection of overexploited fish stocks, food miles and more locally sourced products. The markets have responded to this with voluntary certification and labelling schemes operated on a transnational basis, but often with different standards. Organic aquaculture standards are currently limited to relatively few countries and species, although a new European Commission Regulation now lays down detailed rules on organic aquaculture animal and seaweed production, setting out a common standard for various types of fish and shellfish aquaculture. There is no single European ecolabel as yet for aquaculture products, but some producers have adopted animal welfare standards or farm management and geographic accreditation. Certification also extends through the value-chain, with retailers developing their own “better farm management” standards.

While Europe as a whole enjoys a rich aquaculture research environment, it is very diversified and fragmented between public and private institutes, universities and other higher education establishments and private companies. There is a considerable overlap in research programmes and dissemination and especially the application of the outputs of research remains a challenge. The diversity of language is a barrier to communication and cooperation in certain European countries, as well as to the uptake and application of research results. In 2000, the EU created the European Research Area (ERA), creating a unified area across Europe, to address these issues. European organizations have considerably increased their cooperation in recent years to address some of the above issues. The European Fisheries and Aquaculture Research

Organisation (EFARO) brings together 23 research institutes in 19 European countries and the Network of Aquaculture Centres in Central-Eastern Europe (NACEE) now consists of 45 institutes from 15 countries. Interregional cooperation is, with some exceptions, not so advanced, although new initiatives, such as the ASEM aquaculture platform, are addressing cooperation between Europe and other aquaculture regions of the world. Aquaculture (and marine) networks continue to be created or further developed or broadened in their activities. A pan-European education network that is a good model for other regions is AQUA-TNET, the European thematic network in the aquaculture, fisheries and aquatic resource management sector, bringing together more than 100 partners from almost every EU member country, as well as associated partners from other countries outside of Europe. Dissemination, including specifically consumer organizations in Europe, has also developed and the criteria for evaluating research proposals made in EU calls put significant weight on technology transfer and training issues.

The EU Advisory Council for Fisheries and Aquaculture (ACFA) proved to be successful by providing opportunities for enhanced consultation of and exchange among stakeholders in fisheries and aquaculture. An important recent development has been the establishment of the European Aquaculture Technology and Innovation Platform (EATIP) for a better dialogue – based on best governance practices – between the aquaculture industry, the research community and policy makers, focusing on exploiting the potential for innovation and technological development in the European aquaculture value chain.

1.2 Salient issues

Increasing competition for resources with other economic activities (urbanization, agriculture, industry, tourism, nature protection etc.) is probably the major challenge for the further development of European aquaculture and access to suitable sites for aquaculture production is a critical issue.

Environmental legislation is also seen as a burden, especially concerning the widely varying needs of Environmental Impact Assessments across European Union member countries. Spatial planning, particularly in the maritime realm, is being encouraged across all European countries as a tool to assess the development potential of aquaculture. A recent IUCN-FEAP publication on guidelines for site selection and site management is highlighted. Important frameworks in minimizing the impact of human interventions on the environment and sustaining the integrity of ecosystems are the EU Water Framework Directive (WFD), the EU Habitat Directive, the EU Marine Strategy Framework Directive and the EU Strategic Environmental Assessment Directive. It should be recognized that certain aquaculture practices have a beneficial impact on the environment. For example, inland pond aquaculture in Central and Eastern Europe creates valuable wetlands and helps managing water resources with limited environmental impacts, increasing water residence time and improving the water balance. While stricter environmental regulations have lead to improvement in the status of many river basins, the situation may still be considered serious in some areas. Runoff from catchment areas and human activities affect the quality of coastal waters, too, as shown by the growing incidence of such phenomena as red tides and other harmful algal blooms.

Inexorably linked to environmental issues, are those of climate change. Most sub-sectors in Europe are vulnerable to changes in environmental factors linked with the location of aquaculture operations in coastal and estuarine areas, or inland waterways such as rivers, lakes, constructed ponds or other watersheds, but also linked to a long production cycle (up to 3 years in some cases), during which time production stocks are vulnerable. As is the case in several studies on the effects on global aquaculture, the impacts to aquaculture in Europe would be a result of sea surface temperature changes, changes in currents and winds, sea level rise, increase in frequency/intensity of storms, higher inland water temperature, floods, drought and other water stress such as decrease water quality. These would probably bring about shifts in production and species selection, potentially higher incidence of infectious diseases and potentially more escapes because of storms. Several investigations into the effects of climate change on aquaculture (notably in Norway) confirm this. One of the principal issues at present relating to pond aquaculture in Central and Eastern Europe is the valorisation of the sector in terms of putting a value to the ecosystem services that it provides. One of these is the buffering effect that ponds have on water availability, whether in excess (flooding) or in insufficient amounts (drought). Insurance claims for weather-related risks are therefore expected to continue increasing, in both coastal and inland sectors.

The other main external factors likely to impact the competitiveness and long-term sustainability of the future development of European aquaculture are variations in inputs to the sector, trade, government policy, financial and competitive factors, as well as global and regional economic crises. With imports of aquaculture products (mainly from Southeast Asia) seeming at least to remain at their current levels (and probably increase further as demand increases), global climate change and their effect on trade issues will have a high impact on the European sector. The use of Geographical Information Systems (GIS) for spatial management in aquaculture is a strong support tool to national plans and strategies for aquaculture and is frequently used in studies that are looking to document climate changes and propose future strategy. Science-based policy decisions in Europe could therefore have a critical role to play in the future of aquaculture development in the region.

European shellfish culture is reliant on natural productivity and pond-based finfish aquaculture, mainly in Central and Eastern Europe, is based on stimulating natural food production through the addition of inorganic and organic fertilisers. However, the species mix of salmonids, seabass, seabream and other mainly piscivorous fish in European production has given rise to questions on the sustainability of using fishmeal and fish oil in aquafeeds. If the capture of non-food fish does not increase in coming years, then the availability of fishmeal and oils would not allow the projected increase of the world aquaculture production and certainly not in European production with the current species mix. To add to this, certain voices are questioning the use of this resource, arguing that a large part of this resource should be better used for direct human consumption, to maintain the per capita ratio of wild fish in the diet.

European research focus and industry initiatives over the last decade have resulted in a decrease of 50 percent or more in the share of fishmeal in fish feeds. While the focus has been on plant protein sources, their market prices have not always provided justification and the EU ban on processed animal proteins in feeds has not facilitated the issue. Similar efforts are under way to reduce the use of the total fish oil use through replacement, but also through phase-feeding practices, using appropriate mixtures of plant oils for certain parts of the growing cycle, then switching to finishing feeds rich in fish oil to raise the levels of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids to ensure the nutritional value of the fish to consumers.

Although native species represent the major share of aquaculture production in the European zone, introduced species account for a non-negligible part, endangering indigenous biodiversity. Human practices, such as transfer of live organisms between production regions or ballast water release from ships, may contribute to the dissemination of non-indigenous species. The FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries, the ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms and the EU Proposal for regulation of alien species in aquaculture provide principles and regulatory measures aimed at reducing the risk associated with undesirable species introductions. The escapes of cultured organisms may affect the biodiversity, induce the colonization of a coastal or freshwater ecosystem by naturally produced offspring, facilitate the interbreeding of domesticated stocks with wild populations, and possibly facilitate the spreading of diseases between farmed and wild stocks. In Norway and Scotland, reporting of escapes to the government is mandatory and farmers must have contingency plans for escapes. Other countries are likely to follow.

Fish diseases are both an animal health and an animal welfare issue. Fish health management is an integral part of aquaculture husbandry and significant efforts have been made to prevent diseases and reduce the use of medication. Appropriate aquatic animal health service systems are available in most European countries, in particular in the EU, and high-level research has provided valuable results, which contribute to the development of new medicines and treatment methods. Vaccine development has proved to be a real success story in some aquaculture sectors (e.g. salmon), by significantly reducing both fish mortality and the need for chemical drugs. However, the limited availability of authorized veterinary medicinal products to address fish health risks remains a major problem for the industry. Considerable efforts have been made in the area of fish welfare, where multidisciplinary research has identified operating welfare indicators. These are being progressively built into normal farming operations and best practice certification schemes.

The positive impact of government political and financial support on aquaculture development is clearly illustrated by the spectacular growth of salmon in Norway and of seabass and seabream culture in Greece

and Spain. EU financial support, co-financed by Member States in the framework of the European Fisheries Fund, has also contributed greatly to development and to the modernisation of existing production facilities so as to reduce environmental impact. Private investment and the listing of larger companies on stock markets across the region is an increasing source of investment finance for aquaculture, although the current economic downturn, combined with the erosion of farm gate prices for most species has lead to further consolidation in the sector and further needs for working capital. There are, however, less developed countries within the region where the lack of capital is a serious constraint to aquaculture development. As far as the insurance of aquaculture stock is concerned, Europe is the best-served region of the world. European countries with relatively high take-up of insurance are Norway, Scotland, the Faroe Islands, Denmark, Iceland, Spain, Malta, Greece, Italy and Turkey and the main insured species are salmon, seabass and seabream, tuna, trout and turbot. Risk management in pond fish farms, especially in Eastern Europe, doesn't generally include insurance.

Ten years after the Bangkok Declaration and Strategy, significant progress has been made in ensuring the environmental sustainability, safety and quality of Europe's aquaculture production. Yet, over the same period, the overall EU aquaculture production has stagnated, in stark contrast with the high growth rate in Asia. In the spirit of the Bangkok Declaration, numerous European institutions have further strengthened the collaboration with developing countries, mainly through educational and research programmes and have maintained and developed active bilateral or multilateral collaboration with institutions in developing countries. At the same time, awareness of European aquaculture stakeholders of the Bangkok Declaration shows great variety in different segments of the sector and in different regions of Europe. European organizations and institutions that are actively involved in international programs are well-aware of the document and know its content. However, little or no knowledge of the Bangkok Declaration exists in Eastern Europe (especially in non-EU countries), which indicates the information gap that still exists in this region of Europe.

1.3 The way forward

The responsible use of resources and the protection of the environment will remain key challenges in the future development of aquaculture technology and systems. Thus, the wider exploitation of inland and coastal waters for aquaculture in many cases might be increasingly constrained by growing competition from other resource users as well as by regulatory restrictions, unless new aquaculture technologies, such as offshore systems and inland recirculating aquaculture systems, are adopted. At the EU level, the main regulatory and legal constraints appear to be a lack of any common approach to licensing; concerns about the Water Framework Directive's potential to constrain the development of aquaculture; interpretation of legislation concerning the predation of aquaculture stocks by protected species, and the application of environmental impact assessment rules at the local level. One way forward in this respect would be the bringing together of all regulatory aspects into one aquaculture 'framework', but this has yet to be defined. While specific data collection for aquaculture and fishery products is now covered by European regulations, several initiatives have been made to assess financial indicators and the feasibility and cost of collection. An aquaculture "observatory" is currently being studied, which would provide the required quantitative approach required to support policy.

The global environment is changing and maybe even more rapidly than previously assessed. Global warming may significantly affect aquatic ecosystems and species distribution. A change of one or two degrees in coastal water temperature will modify the scope of European aquaculture activity, with a northward trend and potential changes in the species farmed. The consequences of these changes and potential scenarios have to be assessed by all stakeholders in order to anticipate and define future policies, such as initiated already in Norway.

The future success of the modern, professional European aquaculture sector may increasingly be dependent on the availability of high-quality services in seed and feed supply and also in veterinary support and services. Beside the conventional services, there will be an increasing need for special services such as financing, insurance, public relations and skill management. Significant variability may also be expected in terms of the scope and rate of future aquaculture development in individual countries or sub-regions of Europe, which will depend mainly on socio-economic realities in those countries or sub-regions. New

aquaculture technologies, such as offshore systems, recirculating aquaculture systems or integrated production systems provide opportunities for development, although these are unlikely to represent the majority of European production systems in the next decade.

There is no single indicator to prove or demonstrate the improvements observed in aquaculture practices over the last decade, and no single reference point against which this can be measured. The efforts made by the production sector are indeed significant, but the average European citizen, keen to consume healthier seafood, is not aware of these and has a somewhat *a priori* negative image of aquaculture, often due to ignorance of whether the product bought is actually farmed or lack of access to balanced information about how it is produced. This sometimes negative public perception is also observed by some policy makers and non-experts. Given this, the frequent opposition to the development of new production sites will probably not decrease and efforts to explain the significance of a local production of certified high-quality aquatic products in close proximity to European markets will be of the highest importance. This should be done both by producer organizations and distribution channels, but also by national and European institutions, in connection with all other stakeholders. The European Commission has been called upon by the Parliament and by the sector to move forward the development of an "ecolabel" that can certify environmentally-friendly aquaculture practices in Europe and this, or another, similar labeling system could help to improve the image of the sector.

Finally, the last decade has seen significant advances in the interrelations between European organizations involved in aquaculture and most notably in initiatives that have sought to involve consumer organizations, both at European and national level. Aquaculture products face stiff competition with beef, pork and poultry, although the sector has grown the most over the last decade. Better communication within the value chain and towards consumers will be of high importance in a seafood sector where European products fill a relatively high-priced niche position compared to other aquaculture products and other animal protein sources.

The principal recommendations of the 2000 Bangkok Declaration and Strategy regarding the implementation of aquaculture strategies through regional and interregional cooperation (among different partners including governments, non-governmental organizations, farmers' organizations, regional and international organizations, development agencies, donors, lending agencies and consumer groups) deserve special attention in the future. The synergy and coooperation between existing organizations should be further promoted and new regional aquaculture organizations should be established sharing experiences with the existing regional networks.

2. SOCIAL AND ECONOMIC BACKGROUND OF THE REGION

The region of the current review comprises 49 countries[1]. The geographical and political background of these countries is very different, ranging from the world's largest country (Russian Federation) to small island countries or autonomous areas (Faroe Islands, Channel Islands). The average economic and social statistics hide huge differences also, as many Eastern European countries in transition, which in the 1990s were affected by severe economic, social and political crises, strongly differ from the Western European states, which in turn are among the most developed countries of the world. As of 2009, 27 out of the 49 countries concerned are members of the European Union (EU) and, with the exception of the states belonging to the Commonwealth of Independent States (CIS)[2] in Europe, all the others are closely linked to this organization both politically and economically.

The total population of the region was 818 million people in 2009. The most populous countries are (see also Figure 1): the Russian Federation (with 142 million inhabitants), Germany (82 million), Turkey (75 million), France (63 million), the United Kingdom (62 million), Italy (60 million), Ukraine (46 million), Spain (46 million) and Poland (38 million) (World Bank, 2010a). As these 9 countries account for 75 percent of the regions' total population, they play a decisive role in the region's food demand, accounting for 77 percent of the total fish and seafood consumption of the analysed 49 countries (FAO, 2009b). On the other hand, in spite of these countries' economic and demographic weight, their overall aquaculture production is not so dominant (representing only 48.1 percent of the regions' seafood production), as Norway is the leading producer of farmed fish in Europe with 33.5 percent (FAO, 2010).

Aggregately, the region is a very important economic area of the Earth, containing 5 of the 10 largest economies in the world[3] (World Bank, 2010b): Germany (4th), France (5th), the United Kingdom (6th), Italy (7th) and Spain (9th). As the Russian Federation (12th), the Netherlands (16th), Turkey (17th), Switzerland (19th), Belgium (20th), Poland (21st), Sweden (22nd), Austria (23rd) and Norway (24th) are also among the top 25, the powerful economy of the region concerned provides such strong purchasing power to make Europe dominant in the global demand for seafood: while the population of the concerned region represents 12.5 percent of the world's population, it accounts for 14.8 percent of the global consumption of fish and fishery products[4] (FAO, 2009b). The European Union is the main importer of fish products in the world, as the current demand cannot be met by the capture fishery and aquaculture production of the region.

It is more appropriate to consider the gross domestic product (GDP) per capita for demonstrating the different economic conditions between the Western and Eastern European countries. Figure 2 shows 2009 data (IMF, 2010), which do not reflect the recent rearrangement of economic conditions resulting from the recent global financial crisis. It can be distinctly seen that there are remarkable differences in the GDP per capita between the EFTA (European Free Trade Association)[5] countries, the former EU-15 countries, the newly accessed 12 countries and the Eastern non-EU-member (Balkans and CIS) countries.

---

[1] Out of these 49 countries 43 countries do report aquaculture statistics to FAO: Albania; Austria; Belarus; Belgium; Bosnia and Herzegovina; Bulgaria; Channel Islands; Croatia; Cyprus; Czech Republic; Denmark; Estonia; Faroe Islands; Finland; France; Germany; Greece; Hungary; Iceland; Ireland; Israel; Italy; Latvia; Lithuania; The former Yugoslav Republic of Macedonia; Malta; Republic of Moldova; Montenegro; Netherlands; Norway; Poland; Portugal; Romania; Russian Federation; Serbia; Slovakia; Slovenia; Spain; Sweden; Switzerland; Turkey; Ukraine; United Kingdom.

[2] European countries of the Commonwealth of Independent States (CIS) include Belarus, the Republic of Moldova, the Russian Federation and Ukraine; for CIS statistical data, see www.cisstat.com/eng/

[3] In 2009, by nominal GDP (gross domestic product)

[4] In 2005 the region represented 812 million out of the 6 515 million people worldwide, with a total fish consumption of 15.83 million tonnes compared to the 108.72 million tonnes of fish consumed worldwide (FAO, 2009b)

[5] www.efta.int

Comparing internationally, the GDP per capita (at PPP[6]) in most of the major European economies (Germany, France, the United Kingdom, Italy, Spain, Netherlands, Belgium) is around US$30 000–40 000, which is similar to that of Japan, Canada and Australia (US$34 000 to 39 000), but is considerably lower than in the United States of America (US$46 000). The numbers for the Russian Federation, Poland and Turkey (US$12 000–18 000) are lower than the European average but is highly comparable to the more developed Latin American economies' GDP per capita (e.g. Mexico, Argentina, and Chile). All the countries of region – except Ukraine and Moldova – have higher GDP per capita than China (US$6 500) (IMF, 2010).

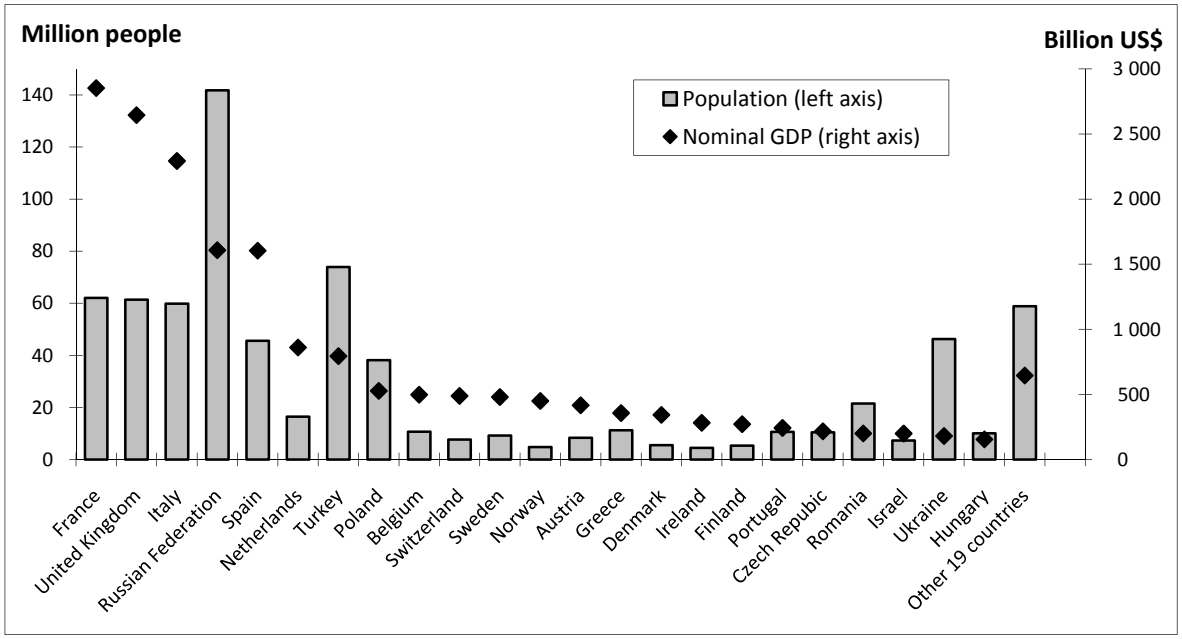


Figure 1. Population and GDP in the major countries in 2009 in Europe, including the Russian Federation (World Bank, 2010a,b)

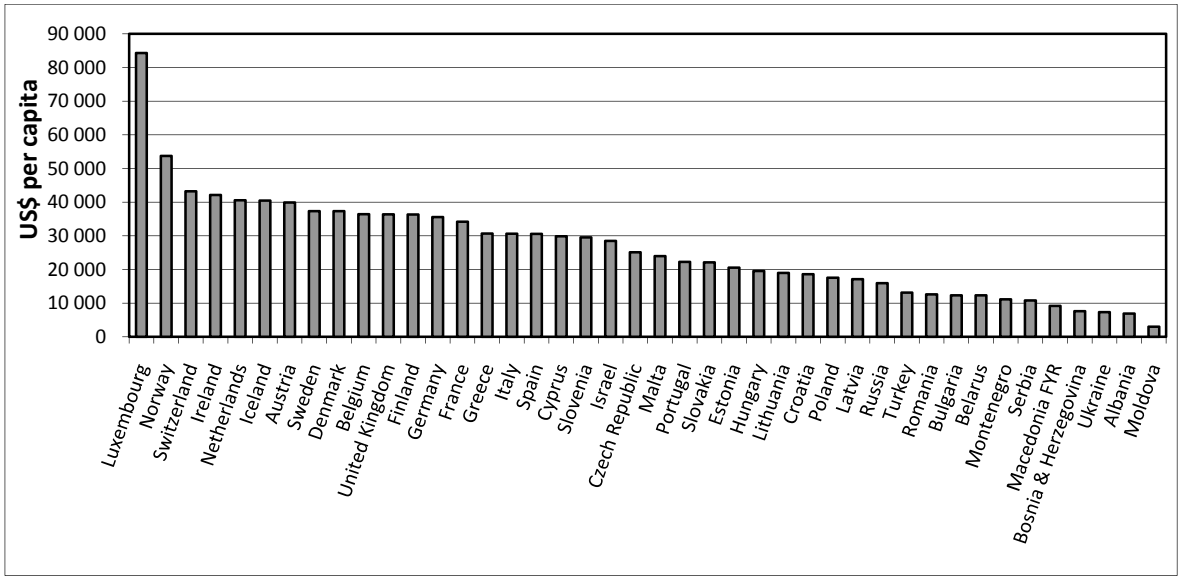


Figure 2. GDP per capita in US$ at PPP in 2009 in selected European countries (IMF, 2010)

[6] The purchasing power parity (PPP) theory uses the long-term equilibrium exchange rate of two currencies to equalize their purchasing power. Using a PPP basis is arguably more useful when comparing differences in living standards on the whole between nations because PPP takes into account the relative cost of living and the inflation rates of different countries, rather than just a nominal gross domestic product (GDP) comparison.

Figure 3 shows per capita fish consumption in the countries of the region. Higher fish consumption rates may be found in countries where people are wealthier, or where there are long-standing traditions of fishing and other maritime activities. Although landlocked countries even with a high GDP per capita (Switzerland, Austria) tend to have lower fish consumption, generally the higher the income, the more fish is consumed. Of course, the leading fish consumer countries (Iceland, Faroe Islands, Portugal, Norway) are those that have strong maritime and marine fishing traditions. From the demand side of fish products, the strong impact of marine capture traditions on fish consumption may shed some light on the causes of the relatively high grow rate of European mariculture compared to that of inland aquaculture.

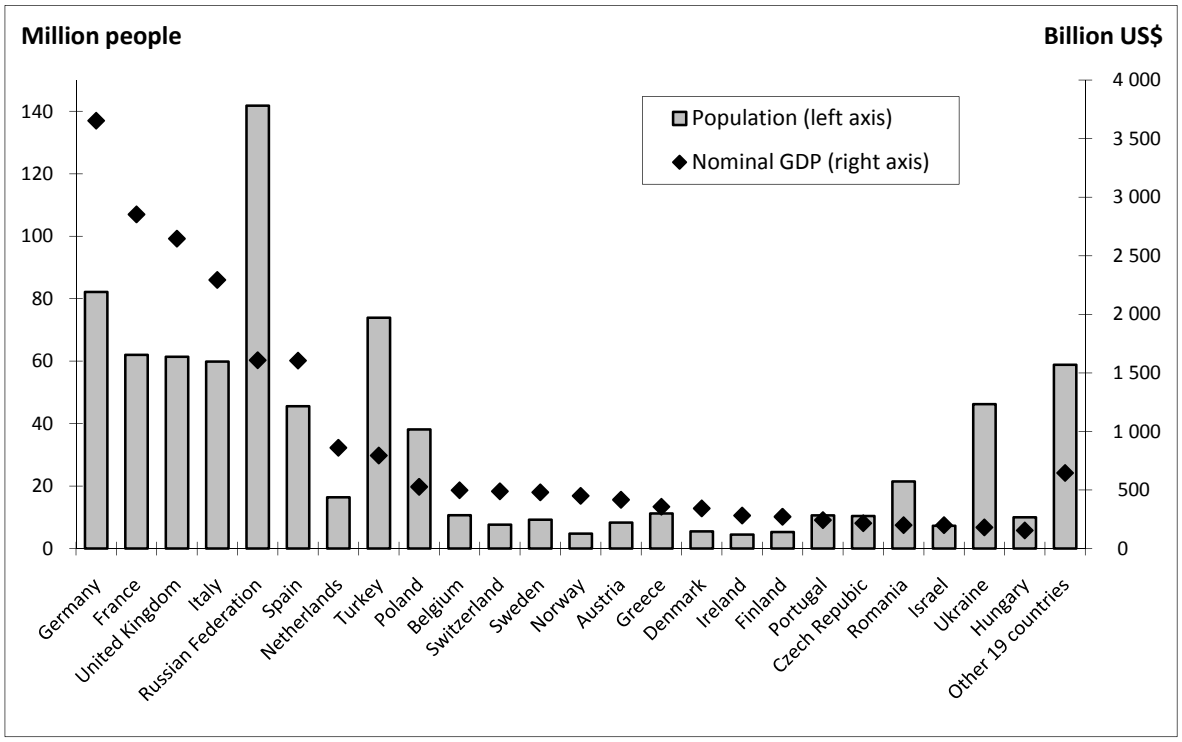


Figure 3. Per capita fish consumption in selected European countries, 2005 (FAO, 2009b)

Population growth, a factor affecting change in demand for fish products, is worthy to be analysed, as it can indirectly provide scope for increase in aquaculture production. It can be seen from Figure 4 that, in contrast to other regions, Europe[7] is characterized by a more stagnant population making Europe's weight less significant in the general prospects for global demand for food. The majority of the Eastern European countries and Germany have been struggling with decreasing population for a long time, while the other Western European countries' population growth is mainly attributed to the positive net migration rate or to the immigrants' higher population growth rate. Only Israel, Turkey, Albania, Iceland and Ireland are characterized by a significant natural population growth in the region[8] (UN, 2009; Eurostat, 2009a).

Analysing the economic and social importance of aquaculture in Europe, it becomes evident that the aquaculture sector has only a negligible role in national economies and employment. Even in Norway, which is the 11th largest aquaculture producer country of the world with 840 000 tonnes/year, the fish farming industry accounts for less than 0.4 percent of the total GDP[9] and employs only 4 900 people representing less

[7] These data for Europe are excluding Turkey, Israel and Cyprus. In UNSTAT, these countries are included in the data set for Asia.
[8] These countries have a rate of natural population change around 1 percent (Eurostat, UNSTAT)
[9] Although data for aquaculture sector are not available separately in the official statistics, the national accounts of Statistics Norway (www.ssb.no/english/subjects/09/01/knr_en/tab-2009-08-20-18-en.html) show that the contribution of fishing and fish farming industry to the national GDP was 0.51 percent and 0.38 percent in 2007 and 2008,

than 0.2 percent of the total workforce in Norway (Statistics Norway, 2009a; 2009b). Statistical offices do not provide economic data for the aquaculture sector separately, but generally it is included in the *fishing and fish farming industry* in the national accounts. Figure 5 presents the contribution of *fishing and fish farming industry* to the national economy in those European countries for which Eurostat[10] provide data on national accounts. The total fishing industry plays a significant economic role in Iceland only (4.7 percent of the GDP), however, in its case, 99.7 percent of the fish production comes from capture fishery, so aquaculture is not relevant economically in this country. It can be seen from Figure 5 that the added value of the *fishing and fish farming industry* reaches 0.2 percent of the GDP in 10 European countries, but aquaculture dominates over capture fishery only in four of these countries, i.e. Norway, Malta and Greece from these states. Data for Faroe Islands are not provided by Eurostat, but the contribution of aquaculture to the GDP is around 3 percent in this autonomous area (see Chapter 7). Thus, it can be stated that fish farming is economically negligible (accounting for less than 0.1 percent of the GDP) in the European region except the above 3 countries.

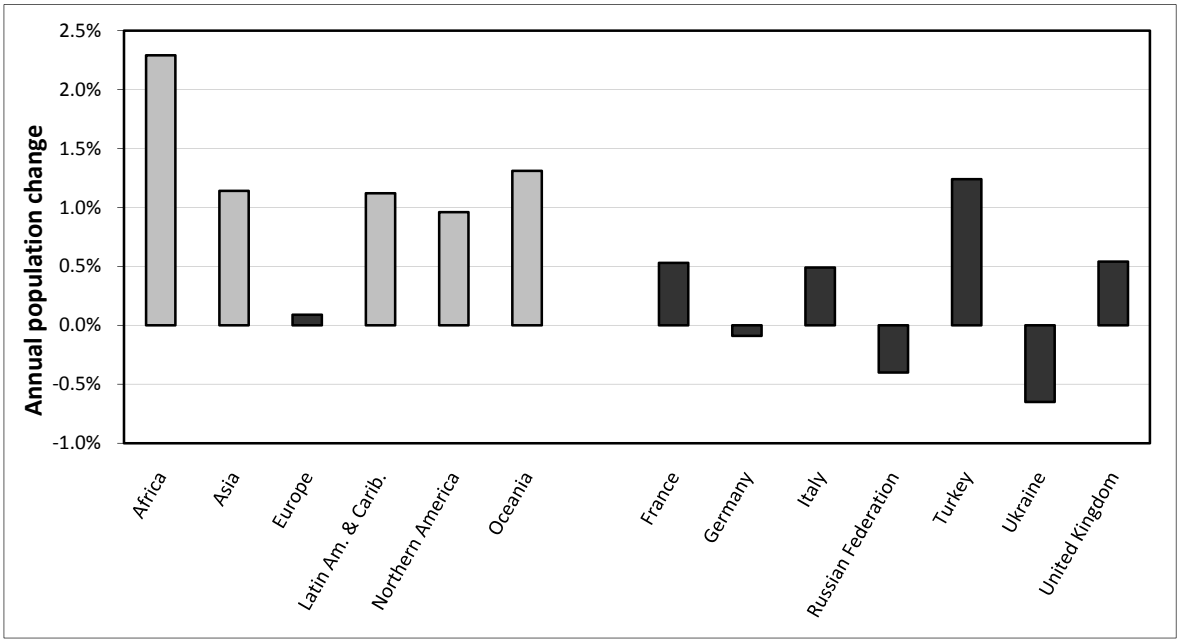


Figure 4. Annual population growth rate, 2005–2010, by regions and selected European countries (UN, 2009)

The total employment in the aquaculture sector of the region amounts to around 125 000 people (see Table 7 in Chapter 7), but the different statistics are inconsistent and incomplete. Aquaculture is a major employer in the Russian Federation (27 200 people), France (21 600 people), Spain (12 000 people) and Ukraine (8 000 people) (see Table 7). Extensive and semi-intensive systems (pond culture) employ more people per unit production than modern intensive systems (recirculation aquaculture systems and cage culture), which may explain why aquaculture in Norway (4 900 employees), the Netherlands (120 employees) or Denmark (850 employees) provides significantly less jobs (Table 7). On the other hand, it means that Western European aquaculture has a higher labour productivity than the Eastern European aquaculture (250–300 tonnes/employee in case of the Norwegian salmon culture compared to 8–10 tonnes/employee in case of the Eastern European carp-based, extensive pond culture).

respectively. The share of production value of fish farming is a little higher (60 percent) than that of fishing (40 percent).

[10] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/national_accounts/data/database Note: Countries such as Russian Federation, Ukraine, Belarus, Moldova, Albania, Bosnia and Herzegovina, Serbia, Montenegro, Israel, the Faroe Islands and Channel Islands are not covered.

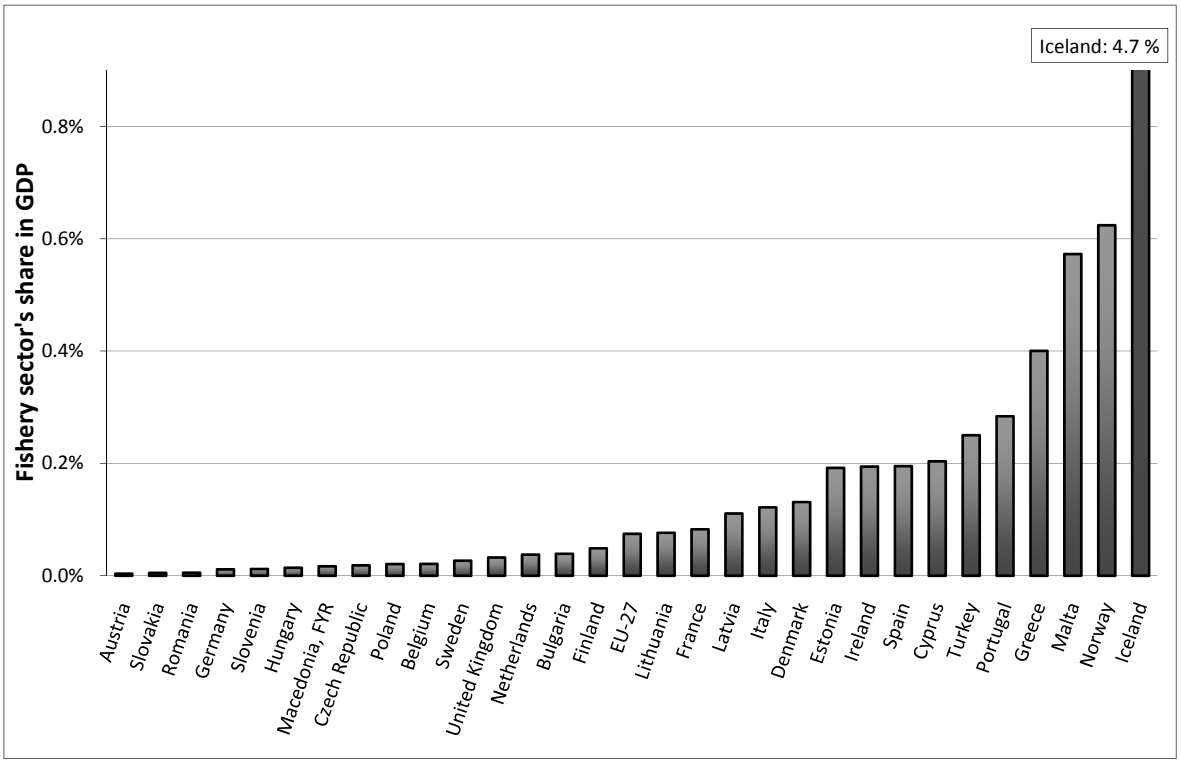


Figure 5. Share of fishing and fish farming industry's added value in the total GDP in selected European countries, average figures for 2005–2008 (Eurostat, 2009b)

Regarding the relative importance of aquaculture in the total employment, it is noted that it accounts for less than 0.2 percent of the total workforce in every country of the region, except the Faroe Islands. Although there are no regular statistics for gender proportions for the whole concerned region, a study estimated that in the former EU-25 countries 31 percent (20 400) of the total employees in aquaculture (65 400) were women in 2003 (Salz *et al*., 2006).

3. GENERAL CHARACTERISTICS OF THE SECTOR

3.1 Status and Trends

3.1.1 Production volumes and values in the region

In 1990, European aquaculture produced 1 622 000 tonnes with an estimated value of US$4 076 million, equivalent to US$2.5/kg. By 2008, production rose to 2 518 614 tonnes worth US$9 390 million, with an average value of US$3.73/kg (FAO, 2010). The production in this 19-year period increased by 55.3 percent, while the value doubled (Figure 6), which means that the average annual growth rate of volume and value was 2.47 percent and 4.75 percent, respectively.

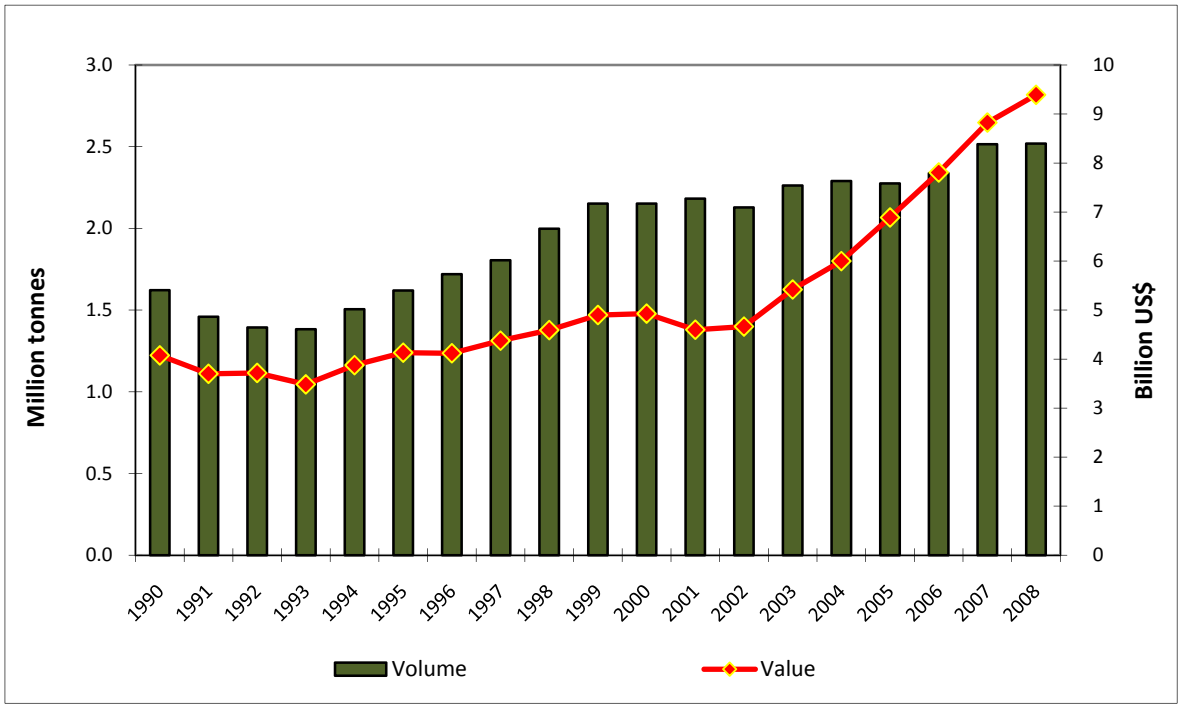


Figure 6. Aquaculture production quantity (tonnes) and value (US$ billion) in Europe between 1990 and 2008 (*Source*: FAO, 2010)

The most recent available data (2008; see Figure 7) also show that the majority of aquaculture products, about 75 percent, derive from marine aquaculture (FAO, 2010). Between 1990 and 2008, freshwater aquaculture production dropped from about 729 500 tonnes to 540 900 tonnes. In comparison, marine aquaculture increased from 807 000 tonnes to 1 884 000 tonnes, including fish, molluscs and aquatic plants. At the same time, brackishwater production more or less stagnated (increasing from about 85 000 tonnes to 93 000 tonnes).

The total production of aquaculture showed a moderate increase between 2002 and 2008 of some 18.4 percent (from 2 127 681 tonnes to 2 518 614 tonnes). However, this is not reflected evenly across all the main aquaculture subsectors and in all countries. Production of marine finfish species (notably, salmon, as well as seabass and seabream in some Mediterranean countries) continued to increase in general (with some annual variations), while a general stagnation was observed in the production of a number of freshwater finfish species and shellfish, which make up about half of the total volume of production (Figure 8).

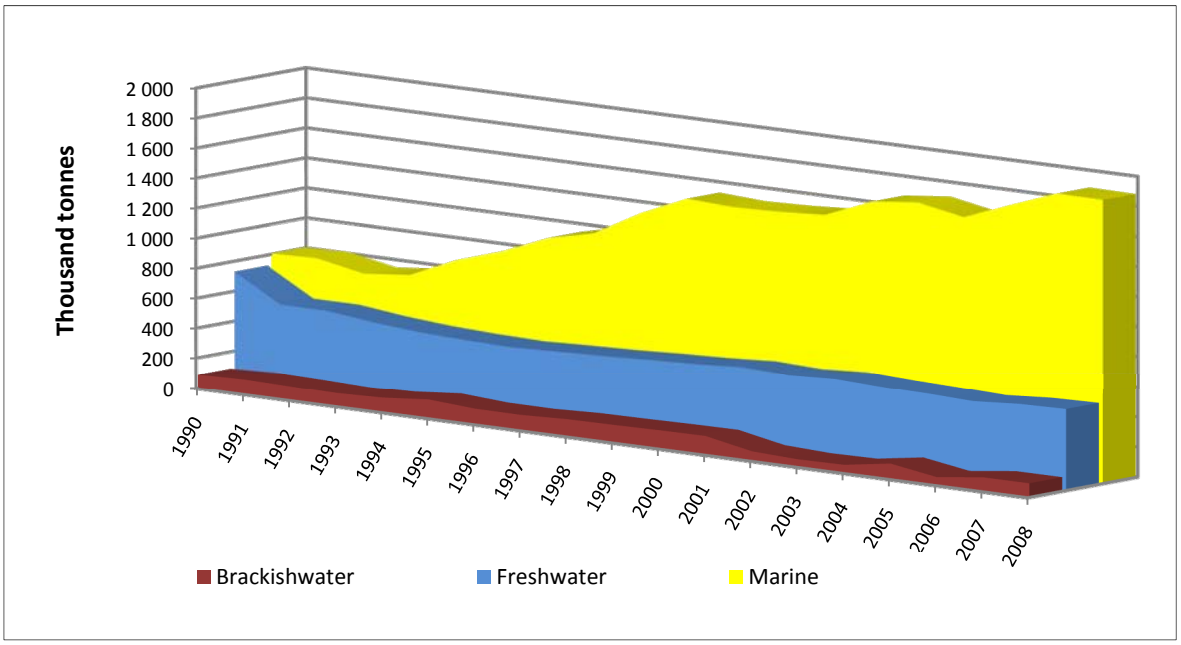


Figure 7. Volumes of aquaculture production (tonnes) in Europe by environments between 1990 and 2008 (*Source*: FAO, 2010)

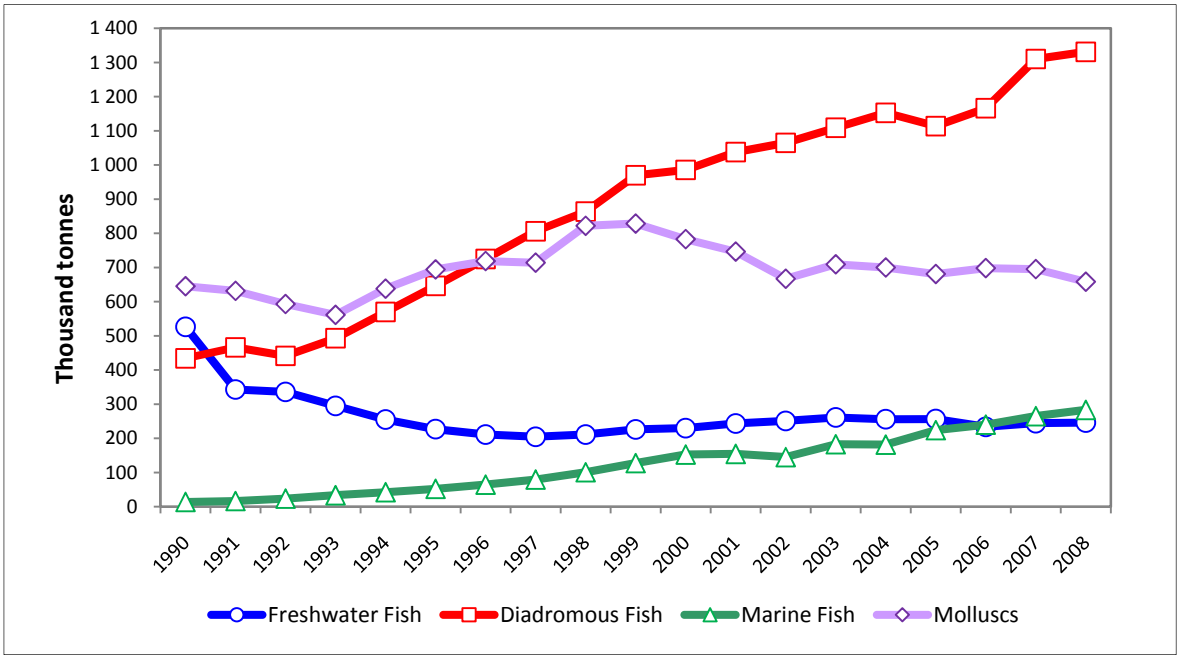


Figure 8. Volumes of aquaculture production in Europe by main species group (*Source*: FAO, 2010)

Ninety percent of the production originates from the top twelve countries listed in Table 1. Aquaculture production in Norway leads the region, accounting for 33.5 percent of the production by volume (National Veterinary Institute of Norway, 2009) and value. Although Spain ranks second in production volume, its ranking in value slips to the sixth place because of the lower value of mussels compared with finfish.

Among the top producing countries, Norway has had by far the greatest impact on aquaculture development in the region. This success was principally attributable to increases in production and productivity of Atlantic salmon aquaculture in the 1990s and driven by significant improvements in feed production, improved technologies and farm management, genetic selection and bio-security (Rana, 2007).

Table 1. Quantity and value of aquaculture production in top twelve countries in Europe in 2008 (*Source*: FAO, 2010)

	Quantities		**Value**	
	Tonnes	**% of total**	**US$ (million)**	**% of total**
Norway	843 730	33.5	3 119 011	33.2
Spain	249 062	9.9	517 771	5.5
France	237 833	9.4	814 023	8.7
Italy	181 469	7.2	810 375	8.6
United Kingdom	179 187	7.1	954 515	10.2
Turkey	152 260	6.0	649 372	6.9
Russian Federation	115 420	4.6	364 278	3.9
Greece	114 888	4.6	544 071	5.8
Ireland	57 210	2.3	174 637	1.9
Netherlands	46 622	1.9	148 150	1.6
Faroe Islands	45 929	1.8	229 645	2.4
Germany	43 977	1.7	142 773	1.5
Others	251 027	10.0	922 038	9.8
Total	**2 518 614**	**100**	**9 390 659**	**100**

These overall regional figures, however, hide significant differences between Western and Central and Eastern Europe (Figures 9 and 10). While production in Western Europe increased from about 1 127 000 tonnes to 2 251 000 tonnes during the period, in Eastern Europe it fell from 495 000 tonnes to 267 000 tonnes, mainly as a result of the turbulent economic period of the early nineties.

Distribution of production in Western Europe and in Central and Eastern Europe in all environments (marine, brackishwater and freshwater) is shown in Figure 9. Figures 9 and 10 clearly illustrate that the dominant aquaculture industry in Europe is marine aquaculture, which showed a gradual increase in the past fifteen years, although the rate of development has slowed down and production has stagnated in the past few years. Further, Figure 10 clearly shows that freshwater aquaculture production, which dominates in CEE, is levelling off in both CEE and Western Europe.

The share of Western European aquaculture production relative to the total European aquaculture production was about 89 percent in volume and 92 percent in value in 2008 (Figure 10). Marine and brackishwater aquaculture production in Central and Eastern Europe was only 10 558 tonnes in 2008, which is negligible when compared to Western Europe where the marine and brackishwater aquaculture production was 1 967 172 tonnes. However, freshwater aquaculture production was 256 856 tonnes in CEE countries in 2008, which is about 47.5 percent of the total freshwater aquaculture production in Europe.

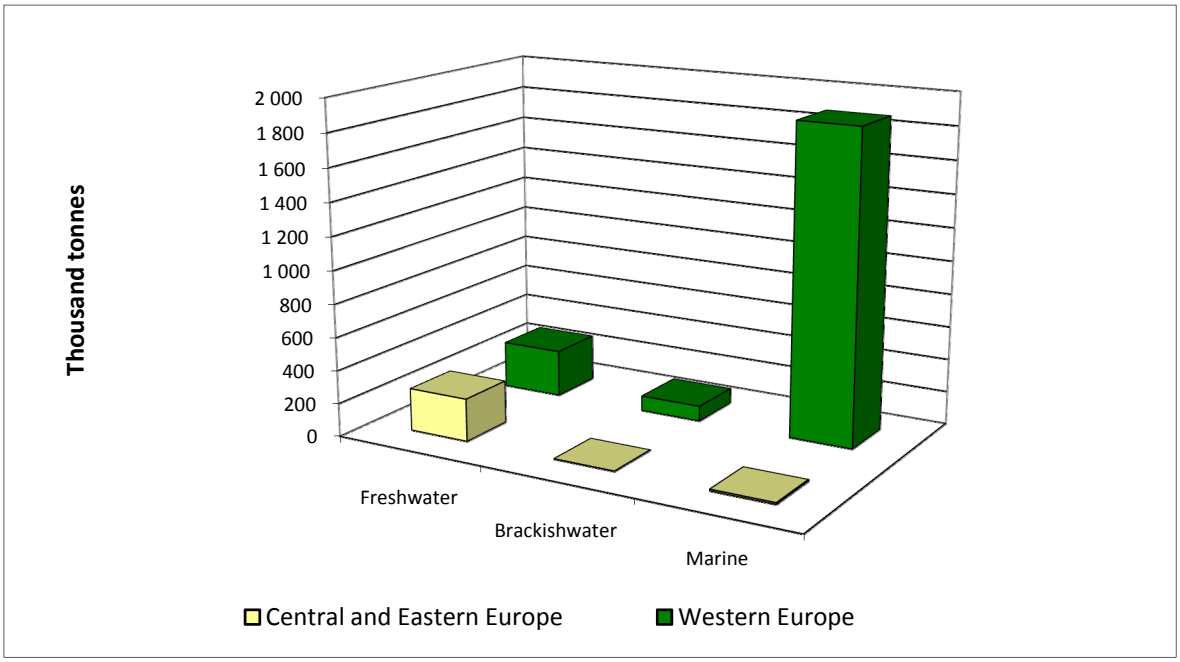


Figure 9. Volumes of aquaculture production (tonnes) in Europe by regions and environments in 2008 (*Source*: FAO, 2010)

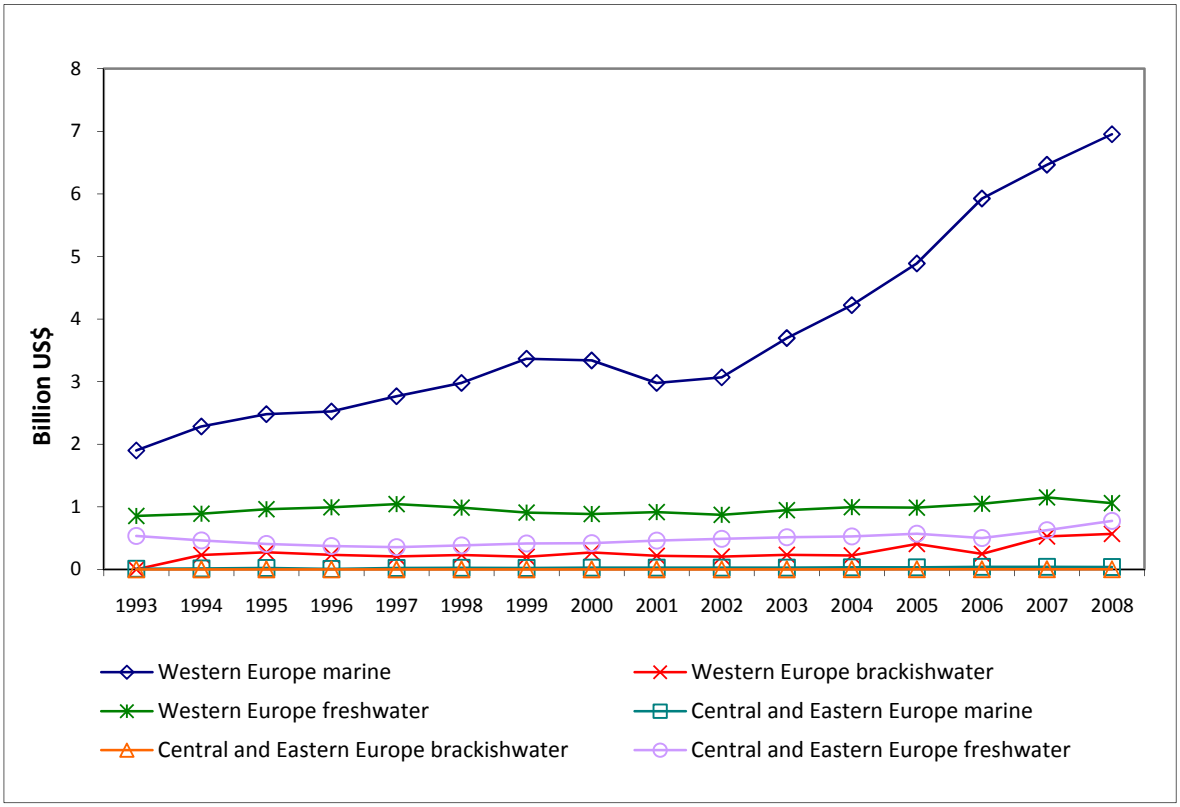


Figure 10. Evolution of the generated value of aquaculture production (US$ billion) in Europe between 1990 and 2008 (*Source*: FAO, 2010)

In 2008, the production data of over 120 species were reported to FAO and recorded in Fishstat Plus, which shows the high diversity of European aquaculture. Although European fish culture continues to be dominated by salmonids, seabass, seabream and common carp (Figure 11), the most notable growth rates in

production over the past five years have come from fish species with higher unit value, particularly turbot and tuna. Eel aquaculture has also achieved significant growth but it has been observed to have a relatively low market saturation level, which it is unlikely to breach. Some producers have also targeted the lower-value but higher volume market segment with species such as cod and catfish.

Although the volume of freshwater fish production is almost equal in Western Europe (284 000 tonnes) and Central and Eastern Europe (256 800 tonnes), cyprinids are the dominant species in the CEE region contributing 75 percent of the total freshwater aquaculture production, while the share of trout is 68 percent of the total freshwater aquaculture production in Western Europe.

In terms of volume, Atlantic salmon was the most important species (36.6 percent), followed by rainbow trout (11.7 percent), sea mussel (7.2 percent), blue mussel (6.8 percent) and common carp (6 percent) (Table 2). Common carp is the most important contributor to freshwater fish species aquaculture. Salmon and trouts account for 51.1 percent of total volume produced, with Atlantic salmon alone representing more than one third. Marine fish have seen a significant increase over the last 10 years, the two leading species seabream and seabass contributing now for 7.4 percent of total production. The major shellfish produced contribute to 27 percent, dominated by mussels farmed in Atlantic and Mediterranean waters (19.6 percent). It is to note that the part indicated as Mytilidae represent basically the Iberic production (Figure 11; see also Box 1).

Table 2. Trends in production volume (tonnes) of the main species of aquaculture production in Europe 2002–2008 (*Source*: FAO, 2010)

Species	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Common carp	144 643	149 725	152 943	153 838	153 299	159 961	147 092	155 225	152 076
Atlantic salmon	623 114	647 056	678 397	728 630	784 566	756 967	792 988	908 986	921 708
Rainbow trout	290 492	324 183	321 280	307 665	289 417	274 178	276 692	298 068	294 716
Trouts nei	46 120	39 385	36 020	42 145	46 397	50 467	58 584	62 543	70 506
Gilthead seabream	77 518	80 272	75 025	91 750	88 444	104 525	105 554	121 949	125 467
European seabass	42 319	43 320	41 566	48 971	44 726	51 491	58 393	60 600	61 367
Blue mussel	189 890	165 605	162 508	195 438	208 315	200 134	154 814	178 591	171 123
Mytilidae	248 101	246 341	194 080	205 950	231 863	158 534	229 244	209 944	180 547
Mediterranean mussel	127 392	141 134	129 520	145 591	89 204	108 014	113 306	102 819	103 155
Pacific cupped oyster	140 582	115 049	120 982	122 006	126 626	127 742	120 941	122 738	124 943
Japanese carpet shell	56 365	57 420	42 895	26 484	29 626	68 006	58 286	63 858	63 687
Other	164 655	172 638	172 465	193 605	197 756	215 135	222 228	229 461	249 319
TOTAL	**2 151 191**	**2 182 128**	**2 127 681**	**2 262 073**	**2 290 239**	**2 275 154**	**2 338 122**	**2 514 782**	**2 518 614**

Box 1. Molluscs and other shellfish

The 2008 mollusc aquaculture production of 658 000 tonnes contributed to 26 percent of the volume of total European aquaculture production (16.5 percent of the value) (Figure 12).

The activity is based upon natural seed collection and is very vulnerable to harmful algal blooms, abnormal climatic conditions, or accidental pollutions. This explains the interannual variations of production data, making it difficult to describe precise trends over short periods. The output of European mollusc aquaculture reached a maximum at the end of the 1990s following a steady increase, and shows a decreasing trend since then. The average total mollusc production of 2004–2008 show a decrease of 8.1 percent compared to the average of the 1999–2003 period.

This socio-economically important sector is dominated by mussel production in Western Europe countries, representing 71 percent of the total mollusc production. It is based on two species: blue mussel (*Mytilus edulis*) and Mediterranean mussel (*M. galloprovincialis*), which can interbreed in some areas. Spain is the major producing country, with significant production also in the Netherlands, Italy, France, Ireland and UK, and more modest volumes in other Atlantic or Mediterranean countries (Greece, Croatia). The decreasing average production of the 2004–2008 period is 18.7 percent below the historical production record of 1998–1999.

Oyster culture contributed 19.9 percent to the total European mollusc aquaculture in 2008, which is largely dominated by the French industry (86 percent). Significant, though much smaller production exists in Ireland, Spain and UK. It is based upon the introduced Pacific cupped oyster *Crassostrea gigas*, which replaced the Portuguese oyster (*Crassostrea angulata*) disappearing at the end of the 1960s due to a viral pandemia. The native oyster (*Ostrea edulis*) production has been stable for the last 15 years, but has stayed far below the historical records produced before the *Bonamia* and *Marteilla* parasitic disease outbreaks. The average total oyster production of 2003–2007 confirms a downhill trend compared to the 1998–2002 (-6.3 percent) and 1993–1997 (-15.8 percent) periods. Increasing seasonal summer mortalities have been observed over the last 10 years (see Chapter 5). The use of hatchery-produced spats is increasing as a complement to natural spat collection.

Clam and cockle production represented 10.9 percent of total mollusc mariculture production in 2008. Clam mariculture is based mainly on the introduced Japanese carpet shell (*Ruditapes phillipinarum*) rather than the local species (*Ruditapes decussates*). Its production, which increased steadily over 20 years, stays now at the same level in spite of acute drops in some years of the recent period.

Scallop aquaculture, mostly based on *Pecten maximus*, raised some interesting prospects in the 1980s due to successful reliable spat production in hatcheries (France, Ireland). It has not developed in the last ten years, however. The local abalone (*Haliotis tuberculata*) production, whose hatchery techniques have been established in France in the 1970s, remains confidential.

Aquaculture of crustaceans is very limited with small artisanal production of noble (*Astacus astacus*) and signal crayfish (*Pacifastacus lenlusculus*) or "Euroamerican" crayfish species. In seawater, the seasonal production of Kuruma prawn (*Litopenaeus japonicus*) reproduced in hatchery since the 1980s provides a total production approaching 100 tonnes/year in Spain, France, Italy and Greece.

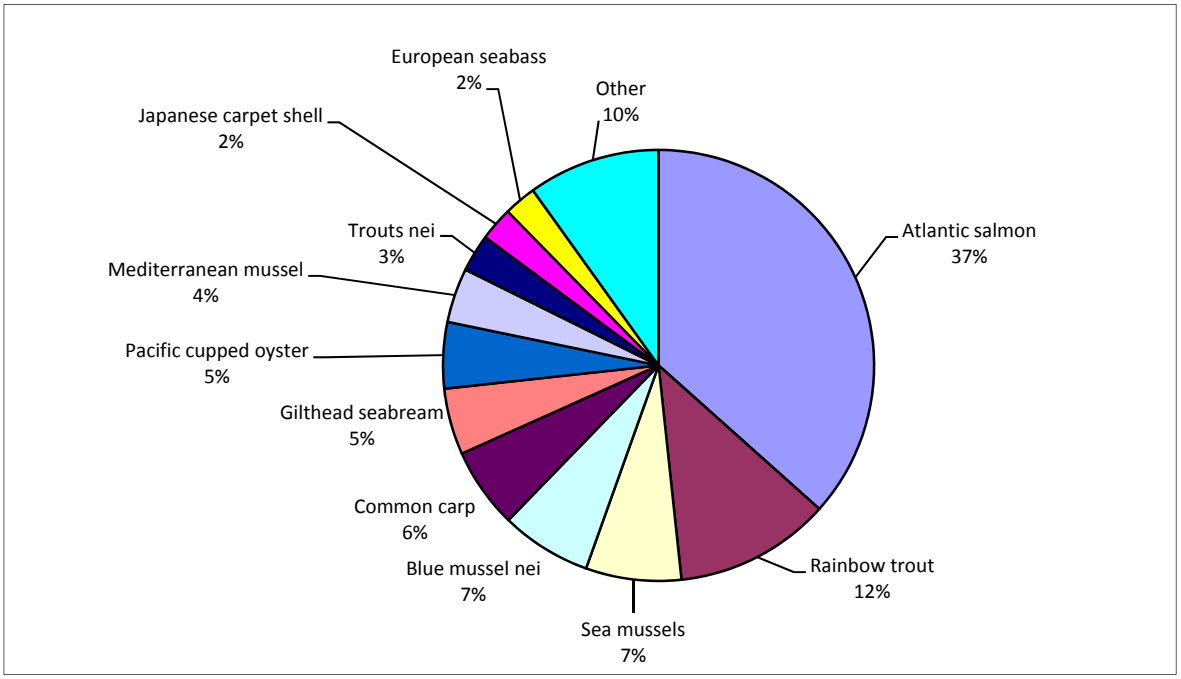


Figure 11. Relative contribution of the production volumes of major species to aquaculture production in Europe in 2008 (*Source*: FAO, 2010)

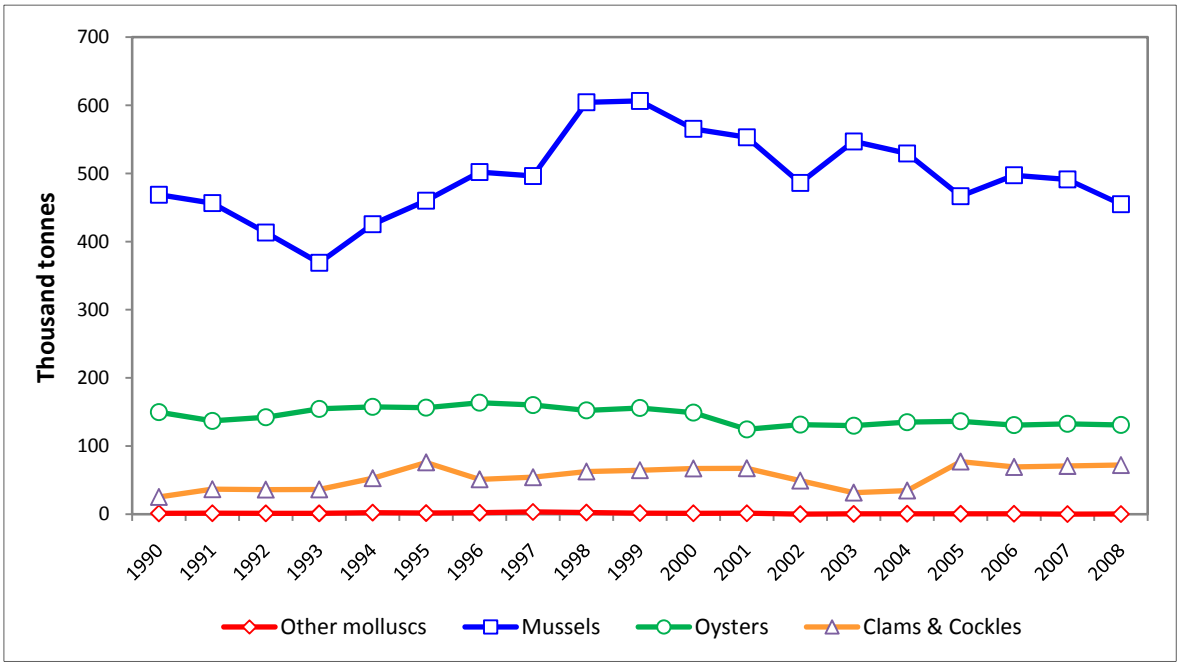


Figure 12. Evolution of the European mollusc production, 1990–2008 (*Source*: FAO, 2010)

In terms of value in 2008, the most important is the farming of Atlantic salmon (40.8 percent of the total), followed by rainbow trout (11.6 percent), gilthead seabream (7.1 percent), European seabass (5.0 percent) and common carp (4.5 percent) (Figure 13). The average unit value of aquatic species farmed was about US$3.73/kg in 2008. Species with unit value above the average were sturgeons, zander, crayfish and marine fish species. Species with unit value below the average US$3.73/kg were the various cyprinids, including Chinese major carps, as well as whitefishes, oysters and mussels.

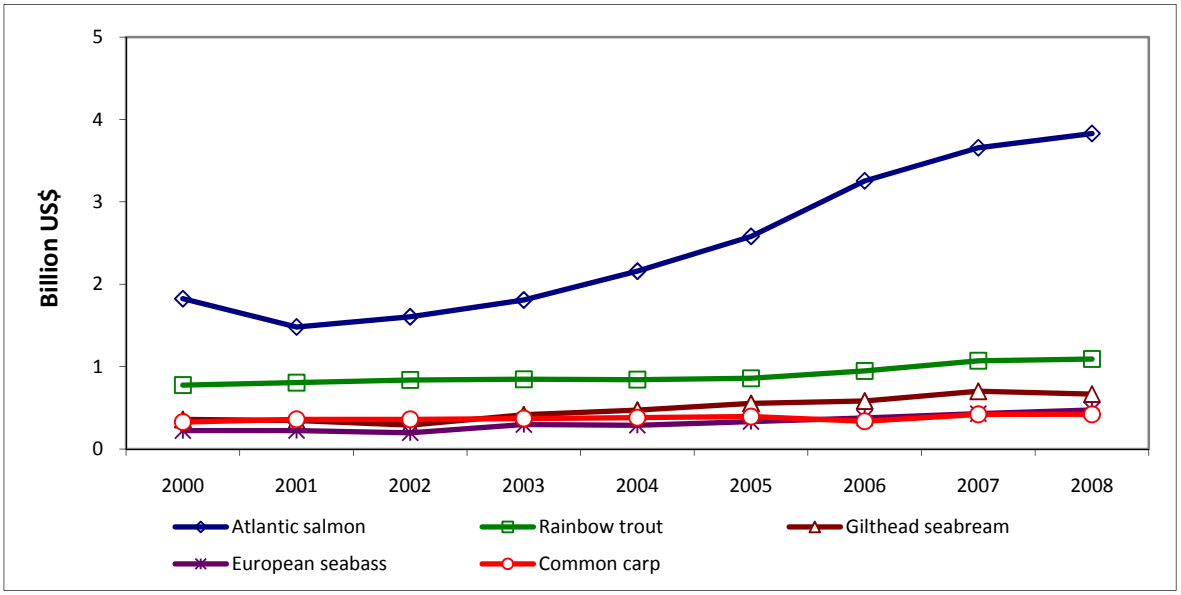


Figure 13. Trends in production value (US$ billion) of the main species of aquaculture production in Europe 2000–2008 (*Source*: FAO, 2010)

The most important increases in aquaculture production have been in fish species with higher unit value, largely dominated by seabass, seabream, and Atlantic salmon. Mollusc production has remained fairly constant for the last ten years, dominated by mussels and oysters. The most important producers of common carp in 2008 were the Russian Federation, the Czech Republic, Poland, Ukraine, Germany, Hungary, Israel Serbia and France, which produce close to 90 percent of the European common carp production. The major European producers of trout in 2008 were Norway, Italy, France, Denmark, Germany, Spain, Poland and United Kingdom, with a 84 percent share in the total EU volume.

The most important producers of mussels are Spain, France, Italy, the Netherlands and the United Kingdom, with an 82 percent share in the total European volume (Box 1).

Most of the Atlantic salmon production is concentrated in Norway (80.6 percent in 2008) followed by the United Kingdom (almost 14 percent) and Faroe Islands (4.2 percent) and the rest in Ireland (1.1 percent), with marginal production volumes in France (0.12 percent) and Iceland (0.03 percent).

The production of Gilthead seabream and European seabass is dominated by Greece (46.6 percent) followed by Spain and Turkey with 17 percent each. Italy, France, Croatia, Portugal and Cyprus are other countries having significant production.

Looking at the trends of individual species, it appears that the only species with a consistent growth in value and volume are salmon, seabass and seabream, although the produced volumes of these two latter species are much lower, as well as the respective growth rate of the volumes produced.

When expressed in EUR, the increase in production value is lower than in US$, because of the fluctuation of currencies. In the last ten years, the rate of US$ to EUR declined from 1:1 to about 1:1.5. Therefore, the EUR value of most species remained more or less at the same level, except Atlantic salmon, whose production value has increased.

Movements, including introductions and transfers, of new species take place on a broad spectrum, from medium- to high-priced species and from species native to temperate European waters to new (exotic) species. The most important are the following (FRAMIAN, 2009a):

Native:

- Low price: common carp
- Medium price: cod
- High price: turbot, sole, halibut, yellowtail, abalone, pike perch, tuna

Non-native (exotic):

- Low price: silver carp, grass carp
- Medium price: tilapia
- High price: shrimp

Among the new species in aquaculture, the most important native species whose productive cycle is adequately controlled are cod, sole and halibut. There is a considerable interest in the production of yellowtail (*Seriola* sp.) because of the strong global demand and fast growth rates. This species is well-adapted to the warmer waters of the Mediterranean but its high market value also makes it suitable for production in recirculation systems. Research into the reproductive cycle of southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) has reached a level which permits its full cycle production in aquaculture. The reproduction of northern bluefin tuna is also making progress, as the two species are similar. Rearing of zander (*Sander lucioperca*) in recirculation systems (in Denmark) has reached a level where small-scale production is possible. Zander is a freshwater fish, mainly from lakes in Northern Europe, Russia and the Baltic countries. The problem with this species is that it is a high-value product and its price may fall if the supply increases too rapidly in relation to the development of market demand.

3.1.2 Main production systems and technologies

Production systems and technologies show a great diversity in Europe. Thus, production systems and the produced fish species can be classified based on different aspects. For example, it can be done on the basis of the species produced, as follows (European Commission, 2009a):

a) *Shellfish farming* (oyster, mussels, clams, cockles and other shellfish species).
b) *Freshwater farming* in lakes, ponds or basins:
   - intensive production demanding high-quality water (trout);
   - extensive and semi-intensive aquaculture (common carp and associated species);
   - intensive aquaculture in closed system (eels and other species).
c) *Marine finfish farming* (Atlantic salmon, seabream and seabass, tuna and other marine fish farming)

CONSENSUS, which is a platform for sustainable aquaculture in Europe, divided European aquaculture into the following 5 segments, which were based on the combination of driving technical forces and controlling environmental conditions (European Commission, 2005b).

Semi-static water systems: ponds, lakes, basins, which are characterized by carp culture in Central and Eastern European countries. One of the traditional aquaculture production systems in the region is the natural-food-based *pond culture* of carps and high-market-value indigenous fish species, such as European catfish, pike and zander, eels, as well as tench and other small cyprinids. In order to improve the economic sustainability of the traditional fish pond production, promising semi-commercial experiments with new types of fish pond systems have been conducted with the combination of extensive and intensive production of traditional and high-market-value species (Varadi, 2002).

It is worth to mention also the culture of other freshwater species in extensive systems, often contributing to wetland resource management and water use in coastal lagoon systems (valliculture). Extensive lagoon farming is a traditional activity in various Mediterranean countries. Italy has the largest areas of brackish water (called "valli"), which are exploited for lagoon farming of commercially valuable species like striped mullet, golden-grey mullet, leaping mullet, European eel, European seabass, gilthead seabream.

Flow-through systems: The flow-through systems are almost exclusively land-based fish farming facilities, where the farms use the water of a river pumped through the production unit. The other water sources include springwater, drilled and pumped groundwater, cooling waters or coastal waters. After running

through ponds or tanks where the fish are reared, the water flows back into the river or sea. Some seawater and brackishwater farms are generally located at the seaside where they can exploit the possibilities of seawater supply. Some new freshwater systems of production utilize industrial cooling water or geothermal water. Such systems allow the rearing of new freshwater species (especially eel, catfish, zander, perch, tilapia) with low environmental impact.

Recirculation aquaculture systems (RAS) are used in many freshwater and marine hatcheries for land-based culture of freshwater species (catfish, eel) and the culture of marine species such as turbot or sole. On the one hand, these systems are water-saving, with a strict control over water quality, low environmental impacts and high biosecurity levels. On the other hand, they have high capital and operational costs and present difficulties in treating diseases. The current European RAS industry can be divided into two groups from a technical point of view: hatcheries and ongrowing systems. Both types of industry have specific business goals, which act as drivers for the applied technologies and system optimization strategies. All system optimization strategies focus on reducing nutrient emissions and improving water quality in the rearing tanks so that higher biomass and feed intake levels as well as reduced waste loads per unit system volume or area can be achieved.

Coastal shellfish systems produce *mussels* in bottom, stake or suspended culture or *oysters* in suspended culture and coastal lagoons, as well as *clams*. The technology used for the production of any species of shellfish will be determined by the biological needs of the species, the constraints and attributes of the culture site used, economic and ecological considerations, along with traditions and social factors. While farming methods for the various species vary greatly, they all have in common that they rely completely on naturally occurring plankton as a food source.

Coastal and offshore finfish systems are used for salmonids (salmon and trout) and marine species, including seabass, seabream, cod and tuna. Construction investment depends on the facilities used by producers in coastal aquaculture. Cages have a broad range of shapes and sizes, and are made of different materials (steel is utilized for square cages, plastic is used for circular units while rubber is feasible for square, hexagonal and octagonal cages). There is no specific design that is suitable for all locations and managements.

Important developments are expected in new production and management techniques, with water recycling systems, offshore aquaculture production units and effluent water treatment, advanced monitoring and control systems for intensive farming and diversification of pond systems. There will be an increasing diversification trend in pond aquaculture, with two main orientations of intensification and wastewater treatment, while a part of the extensive fishpond areas, particularly in CEE countries, will provide services for recreation, nature conservation and water management. The number and scale of environment-friendly commercial recirculation aquaculture systems continues to grow all over in Europe. The technology is still only moderately standardized and key components are practically custom-built for each development. The expansion of this sector will depend on continued improvements to the design and optimisation of both the building and operating costs. The cage culture industry will continue to be an important production technology of marine species; however, the trend towards a wider use of offshore aquaculture could be stronger.

Most such developments mean gradual improvements of the existing systems through better design and better materials, components or construction, which, however, usually need considerable investments. Water efficiency and environment-friendliness are two basic guiding principles during the development of aquaculture production systems regardless to the environment and production level, which may have a greater importance all over in Europe in the future.

Ownership and scales of aquaculture production

Most of the farms in the Western European region are privately owned and the firms range from small family-run business to multinational companies. This regards in particular trout farming in Germany and Austria, oyster farming in France, shellfish in Spain, France, Denmark and Netherlands and production of clams in Portugal. Small numbers of large industrial farms are characteristic of salmon farming in Norway

and Scotland and seabream and seabass farming in the Mediterranean countries. Also mussel farming is increasingly managed by a small number of large companies.

There is a wide range of different ownership patterns in Central and Eastern European countries as well, ranging from small-scale family farms to large joint stock companies or state-owned enterprises. However, in most countries, small-scale farms are predominant. The slow pace of the ongoing privatization of previously state-owned companies in some countries (e.g. Romania) is considered a serious obstacle to aquaculture investment (Cristea, personal communication, 2010). The situation has not changed significantly since the last regional review on aquaculture development in CEE (FAO/NACEE, 2007). Overall, SMEs still prevail in European aquaculture (Box 2).

Box 2. Small and medium-size enterprises (SMEs) dominate in European aquaculture

The European Union's aquaculture industry is still largely dominated by SMEs with the exception of salmon farming and the seabass and seabream sector. The total number of aquaculture firms in the EU was over 14 000 in 2005. Freshwater aquaculture and shellfish production are almost solely dominated by independent SMEs, probably because of the fact that these firms may have been established for a fairly long period. Sixty-two percent of the firms have a turnover of less than EUR1 million. The majority of the largest firms are Greek, and specialize in seabream and seabass. Several other companies are based in the United Kingdom and produce salmon. A few large companies are Spanish, mostly specialized in turbot. An Italian producer of caviar and sturgeon is also listed among the large EU companies. It has to be noted finally that Norway has 3 times as many firms with a turnover of more than EUR20 million as the entire EU. The largest EU producer is four times smaller than the largest Norwegian producer. In conclusion, EU aquaculture firms are not only small in terms of employees, but also in terms of turnover. However, in addition to thousands of SMEs, there is a small but significant number of larger firms. Nearly all of the latter produce salmon or seabass/seabream. These three products are by far the most globalized ones.

Source: European Commission, 2009a

3.1.3 Intensification and diversification trends

The development of European aquaculture production will probably follow the development paradigm of other agricultural food production sectors – increasing intensity level, wider use of modern technologies and advanced equipment, higher level of processing and wider implementation of quality-control systems, more focus on high-quality products, automation, etc. – in all sub-sectors of aquaculture (FAO-HAKI, 1999).

There is an overall trend towards intensification of systems and species diversification in European aquaculture. Intensification has followed different ways in eastern and western Europe. While in western countries, intensive cage culture and recirculation systems are dominant, in Central European countries, where pond culture is typical, different combined extensive–intensive systems are gaining space, for example, combined intensive–extensive fishpond systems or pond-in-pond systems. In eastern countries like Ukraine and the Russian Federation, there is a tendency for increasing the intensity of pond systems and their use for rearing non-conventional species, e.g. sturgeons (Box 3).

Technological innovation may lead to a further intensification of fish farming. Higher stocking densities and techniques to increase production (e.g. biotechnology and genetic engineering) are being introduced. There is a consensus that on-land aquaculture systems using recirculation provide the most promise, particularly where space is the limiting factor for freshwater locations, but also coastal sites. Water recirculation and treatment technology is also seen as an excellent way to address the impacts of aquaculture on the environment and for optimal control of the environmental parameters most suitable to fish (European Commission, 2009a).

Box 3. Status and development perspectives of sturgeon farming in Central and Eastern Europe

Restocking of intensively produced sturgeon by specialized sturgeon hatcheries has recently dropped by 35 percent in the Russian Federation, the most important sturgeon-producing country of the region, and currently does not exceed 50 million fingerlings. The actual level of restocking is insufficient to compensate the decrease in natural reproduction and to assure a necessary recruitment. There is a risk of losing the genetic diversity of Caspian sturgeons, as the produced stocking material has low viability; its commercial return rate varies between 0.5 and 1.2 percent in different species. A similar decrease in restocking rates has been observed in other CEE countries.

Commercial sturgeon farming can reduce the pressure on natural populations while providing legal sources of sturgeon products. It has been actively developed in many countries of the world in the last 10 to 15 years. Currently, about 1 200 tonnes of sturgeon (FAO, 2009a) and 40 tonnes of caviar are produced annually in Western Europe, mostly France, Italy and Germany (Vasilyeva, 2010). In Central and Eastern Europe, there are about 20 major sturgeon farms and many small-scale ones, but their number is expected to grow. Just recently, two major sturgeon-producing complexes were inaugurated in Ukraine in Berdyansk and Odessa (Alymov, personal communication, 2010). The volume of commercial sturgeon production equalled 2 600 tonnes in 2007, whereof 2 000 tonnes were produced in the Russian Federation alone (FAO, 2009a). Caviar production in Central and Eastern Europe was about 20 tonnes in 2009, with the highest volumes produced in the Russian Federation (12 tonnes), Bulgaria (3 tonnes) and Romania (500 kg) (Vasilyeva, 2010).

Great attention has been paid in CEE countries to broodstock development in controlled conditions for gene banking of indigenous species (beluga, sterlet, Russian, starry and ship sturgeon) and commercial production (Russian and Siberian sturgeon, beluga, sterlet, hybrids and paddlefish).

Research has been mainly directed toward technological development, e.g. technologies of sterlet reproduction and fingerling rearing in pond systems in Belarus, cage rearing in the Russian Federation, fingerling rearing for restocking and commercial purposes in Moldova, extensive and intensive sturgeon rearing in Romania and paddlefish and sturgeon culture in intensive tank and cage systems in Ukraine. Research institutions in the region have some promising results on recirculation systems, broodstock development, domestication, early age determination, shortening of the reproductive cycle of breeders, improving the viability of the stocking material or disease prevention, but their further development is often difficult to the lack of financing and political will.

The main obstacles on the way of developing sturgeon aquaculture in Central and Eastern Europe are:

1. Lack of investment into the development of sturgeon aquaculture;
2. Lack of state support (favourable long-term crediting schemes, tax cuts, dotations on stocking material and feeds);
3. Unavailability of viable stocking material at affordable prices;
4. High cost of complete, balanced and specialized artificial sturgeon feeds;
5. Limited availability of highly efficient technologies, and normative, technological and methodological documents;
6. Lack of highly qualified specialists in the field of sturgeon farming.

Source: Vasilyeva, 2010

3.2 Salient issues and success stories

The economic structure of the European aquaculture sector can be characterized by its segmentation in terms of ongrowing technologies and species. The species determine the market potential (volume of demand and price levels) while the technologies determine the efficiency of production (productivity and costs). The current structure of the sector is the result of historical development and physical conditions in the various European regions.

While world aquaculture production has been gradually increasing since 1970, this has not been the case in Central and Eastern Europe, where the trends in volumes of aquaculture production have shown a fluctuation because of the political and economical changes in the region. In CEE countries, the total aquaculture production decreased more than two folds between 1990 and 2000 (Váradi *et al*., 2001a; Váradi *et al*., 2001b). This dramatic drop in production between 1990 and 2000 was the result of the collapse of the centrally planned socialist economy in the region. In this period, the total aquaculture production in this region decreased by 53 percent, when including respective data of the Russian Federation, and by 67 percent, when excluding these data. A gradual increase in the production can be observed after the stabilization of the national economies. The average annual growth rate of volume was 3.33 percent in the CEE countries between 2000 and 2007 and a continuous further growth of aquaculture production is expected in the years to come. The top twenty aquaculture species that were cultivated in CEE countries between 1990 and 2007 are very varied. In this context, a significant pattern of aquaculture production of this period is the increasing diversity of the species farmed. At the same period, the contribution of conventional species (like common carp, silver carp, grass carp, etc.) to the total production decreased.

Western countries were dominated by a rapid expansion in marine finfish culture, in particular, around 900 000 tonnes of Atlantic salmon, mainly in Norway and the United Kingdom, and 180 000 tonnes of seabass and seabream in southern Europe, notably in Greece, Italy, Spain and France. Two major species groups, the salmonids and molluscs, continue to dominate aquaculture development in the region. Although the cupped oyster and clam are exotic species, they are well-established in the region, like rainbow trout.

However, new aquaculture species are seen by some as providing possible opportunities for further diversification, and hence, development of European aquaculture. Species such as cod, sole and halibut have been targeted for expansion by an increasing number of companies. The improvements in cod fingerling supply have facilitated expansion. Nonetheless, specific technical issues for seed supply remain to be resolved and none of these species has yet attained a significant position in the European aquaculture production profile. Although the Atlantic cod production has been rising steadily since 2000, its output is relatively small. Niche markets for exotic species continue to provide a stable market for some producers but show signs of saturation under the current marketing efforts, e.g. tilapias.

At the same time, there is also a strong tendency in views of a number of contributions received (European Commission, 2009a) insisting on the need to improve possibilities for "existing" species. Highlighting the successful farming of Atlantic salmon, rainbow trout, African catfish, seabass, seabream, Pacific cupped oyster and mussels in Europe, a number of producers (generally from the shellfish sector, but also in the finfish sector) consider that, with the exception of cod and a few "newcomers in niche markets", the main route forward lies with producing more, i.e. additional quantities of the same established species, however, produced even more efficiently and also processed with more efficiency (European Commission, 2009a).

3.3 The way forward

Aquaculture has been seen as one of the world’s fastest-growing animal-based food sectors during the past decades. The European aquaculture sector is not developing at the same rate as the rest of the world. There is a foreseeable trend towards stagnation in the more traditional aquaculture species. The stagnation is caused mainly by heavy licensing processes and environmental constraints along with the lack of suitable production locations. Whilst the production of traditional aquaculture species is stabilizing, new development efforts are addressing environmental concerns in addition to introduction of new species, as well as targeting new technologies and new business strategies.

In the near future, technological innovations in farming systems may also provide the means and labour for the aquaculture industry to maximize the value added per unit of space and/or water used. By doing so, the sector should pursue practices and avenues in a way that will reassure regulators and the general public that aquaculture activities are safe and well-managed.

Besides salmon and trout, the leading freshwater species in Europe is common carp, but there is limited scope for increasing traditional carp aquaculture. Tilapia and catfish offer better fillets and shorter production cycles and these species are currently more cheaply produced. Replacing traditional marine fish for these

species in products such as fish fingers is more challenging, however, because of taste and texture differences. Seabass and seabream also suffer with respect to processing adaptability and production costs also limit market enlargement. Cod is a more flexible product and, in the long term, there is scope for bringing its production costs in line with those of salmon (Bostock *et al*., 2008b). Overall, there are good perspectives for a steady expansion of the European aquaculture based on a further species and product diversification.

The aquaculture systems, which have already been developed, or being developed, provide a relatively good basis for the production of other marketable species. This may lead to production diversification, as many of the primary technological parameters could be understood and modified according to the specific requirements of the new entrants. For example, systems such as closed recirculation systems have been developed for some years now and these interesting developments may pave the way for further expansion in other locations, provided they are economically competitive. Furthermore, as coastal developments including maritime activities continue to thrive, there will be an increasing competition for the use of space in coastal areas, while the needs of the local population and the protection and conservation requirements of the marine environment have to be respected. Likewise, freshwater ecosystems including rivers, lakes, wetlands, etc. will also be under continued pressure, whilst aquaculture can provide opportunities to combine and foster development and environmental management of such ecosystems. Moving aquaculture offshore is also seen as a possible way to avoid the conflict for space in coastal areas and reduce the environmental impact, but the promises of such technology will only be fulfilled through further research and technological improvement and economic considerations. Both intensive and pond-based semi-intensive aquaculture production systems could generally contribute to the better use of natural resources, thus becoming more environmentally friendly and more socially acceptable. Therefore, one of the key elements of the future competitiveness and success of European aquaculture may be the promotion and implementation of the ecosystem approach to aquaculture (Soto, Aguilar-Manjarrez and Hishamunda, 2008).

4. RESOURCES, SERVICES AND TECHNOLOGIES

4.1 Status and trends

4.1.1 Land and water

The increasing competition for space is a major challenge for the further development of freshwater fish farming and aquaculture production sites in coastal areas. Conflict of interest and competition from other users can be seen particularly in the Mediterranean Sea, where busy shipping lanes and port activities create specific physical exclusion needs, and where tourism pressures are high and continuing to grow. Population in coastal areas also continues to grow substantially faster than in inland areas, with the development highest in Portugal, Ireland and Spain followed by France and Italy (Bostock *et al.*, 2008a). Public acceptance of aquaculture development in an area is often inversely proportional to the population density and especially the tourist attractiveness of the area. Extensive aquaculture in inland ponds and wetlands or in coastal lagoons also faces increased competition from other economic developments (urbanization, agriculture, industry, tourism, etc.). The competition for space is holding back the development, or even the maintenance, of all forms of aquaculture. The uncertainty on possible siting and the lack of guidance and reliable data for the possible location of an economic activity and its continuity over time (because of the need to renew licenses) creates uncertainty for investors, increases the risk of conflicts and means lost opportunities to benefit from the synergy between aquaculture activities and protection of the aquatic environment (European Commission, 2009a).

Most of the fish ponds in Eastern Europe (including the Russian Federation) were built in areas that were not appropriate for efficient agricultural production due to the low quality of soil at the sites (FAO/NACEE, 2007), and where valuable wetlands have been created and maintained through fish farming activity. Currently, there are attempts to take away these wetlands from fish farmers and use them as habitat for wildlife, mainly for birds saying that aquaculture imposes high threats to birds and bird habitats (BirdLife International, 2009). Fish and bird interaction is a critical issue in European aquaculture especially the impact of cormorants on fish farming but also on fisheries. There have been two major projects (Reducing the Conflict between Cormorants and Fisheries on a pan-European Scale – REDCAFE (REDCAFE, 2002)[11] and Interdisciplinary Initiative to Reduce pan-European Cormorant-Fisheries Conflict – INTERCAFE[12]) and studies (EIFAC, 2008b) in the past years to synthesize cormorant/fisheries information and to identify and evaluate methods of reducing the current Europe-wide conflict between conservationists and fisheries interests. Based on expert finding and recommendations and as a result of joint effort by fish farmers, anglers and other interest groups a report (Kindermann, 2008) was submitted to the European Parliament "on the adoption of a European Cormorant Management Plan to minimize the increasing impact of cormorants on fish stocks, fishing and aquaculture." Although the European Parliament adopted with an overwhelming majority the resolution on a pan-European Cormorant Management Plan in December 2008[13] the cormorant issue still generates sometimes stormy debates in various European fora.

In spite of conflicting interactions between aquaculture and environment, various examples clearly demonstrate that aquaculture and environmental services may not be incompatible. Fish farmers in inland areas and shellfish farmers in coastal areas can be good “gardeners” of waters and, in addition to environment-friendly food production, they can also provide services for wildlife. Examples of multifunctional fish farms however exist where aquaculture producers do diversify and expand their activities to include tourism/ecotourism, recreation, including services for anglers, combination of organic farming, wetland management and stewardship (Box 4).

[11] http://web.tiscali.it/cormorants/Redcafe/Redcafe_vol1_part1.pdf
[12] www.intercafeproject.net/
[13] www.europarl.europa.eu/oeil/resume.jsp?id=5666102&eventId=1059644&backToCaller=NO&language=en

Box 4. "Aranyponty" multifunctional fish farm in Hungary

The Aranyponty Fish Farm was established in 1989, when a formerly state-owned fish pond system was bought by a private entrepreneur using a special credit scheme introduced by the government in order to facilitate privatization. Since 1989 the farm has become the largest private fish farm in Hungary, and has about 1000 ha of fish ponds in the Retszilas-pond Nature Reserve area.

Since the farm is located in a Natural Reserve area under the Ramsar Agreement, there has been a need to harmonize fish farming activities with nature protection, with special regard to the various protected birds. The rich bird population may provide benefits to the farm through eco-tourism; however, the high population of cormorants has a high negative impact on fish production.

Services for anglers are another important source of income for the farm that receives about 12 000 anglers annually. Hotel, restaurant, wine cellar, wellness center, and children play ground are also available for the visitors. There is a fisheries museum in the farm, where facilities are also available for conferences and training programs. Aranyponty Fish Farm organizes the annual St. Peters Day, which is one of the major fishermen's festivals in Hungary.

In 1989, all of the farm income derived from fish production. However, due to diversification of activities of the farm during the past ten years, services for anglers and tourists provide about 30% of the total farm income by now, which is also higher than before when the major income of the farm came from fish sales. The diversified farming activity provides also higher economical stability to the farm.

Freshwater is a finite and vulnerable resource in Europe and there is a fierce competition for this precious resource by various water users. Nearly half of the EU population lives in water-stressed countries according to the European Environmental Agency (EEA), based on the Water Exploitation Index (WEI), which is the annual total water abstraction expressed as percentage of the available long-term freshwater resources around 1990 and the latest year available (EEA, 2009). With the implementation of the EU Water Framework Directive (WFD), regulations will become stricter, further limiting the size of operations or forcing operators to introduce more efficient waste disposal procedures or technologies.

4.1.2 Genetic resources and seed supply

New results in selective breeding, life cycle manipulation and genetic manipulation have further contributed to the improvement of efficiency and quality of seed production in the past decade in Europe, especially in marine fish farming. Consolidation in the salmon industry means that specialist breeding companies are now starting to emerge, in the same way as they developed in the global poultry and pig industries. Genetic work with common carp continues to be an important research area in carp-producing countries of Europe. The research results and new breeds contribute not only to a better seed supply to European producers but also to carp-breeding programs in Asia (Jeney and Zhu, 2009).

Particular progress has been made in life cycle manipulations, mainly through altered photoperiod regimes in trout and salmon, which means that fish can be prepared for spawning at almost any time of the year and smolt can be transferred to sea several times in the season at a range of sizes. Life cycle manipulations thus have allowed the salmon industry to develop from a highly seasonal industry to one that can supply steady quantities of good-quality fish to the market on a year-round basis. Experience with genetically modified (GM) plants have shown that the technology of genetic manipulation is not accepted well by European consumers, for whom, concerns about long-term health risk and especially impacts on the environment remain uppermost (Bostock *et al.*, 2008b).

High-quality seed of seabass, seabream and salmon is supplied from modern hatcheries for European marine cage farms. The production of juveniles in the Mediterranean region between 2003 and 2008 is shown in Figure 14 (FEAP, 2008).

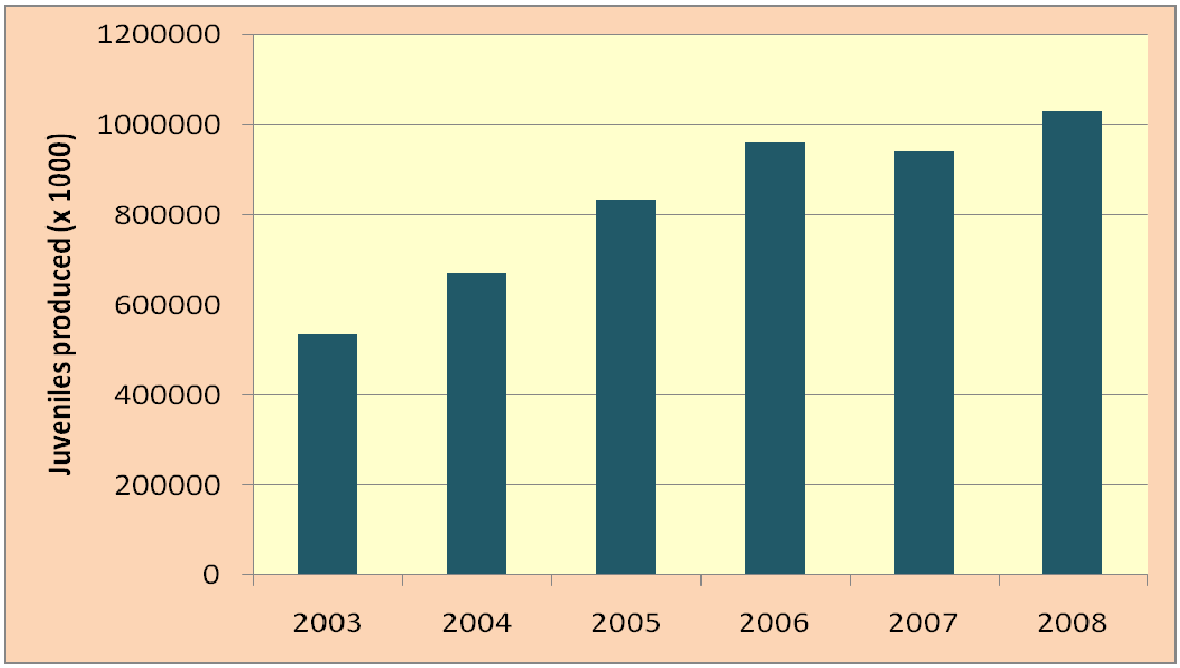


Figure 14. Production of juveniles in the Mediterranean member associations of the Federation of European Aquaculture Producers (*Source*: FEAP, 2008) (Species: seabass; seabream; turbot; red porgy; sharp snout bream; sole; meagre. Countries: Croatia; Cyprus; France; Greece; Italy; Portugal; Spain; Turkey.)

Trout production in Europe is also based on the supply of good-quality seed from well-designed and well-equipped hatcheries even in the eastern part of Europe, where the technical level of trout hatcheries has been improved significantly in the past decade, especially in the new EU Member States from Central and Eastern Europe (CEE). However, the seed supply of carps and other conventional pond-reared species is still largely based on the use of old hatcheries in CEE countries. The finding of a previous regional review on aquaculture development in Central and Eastern Europe (FAO/NACEE, 2007) saying that there is a need to upgrade the existing hatcheries and to build new ones for the efficient and safe propagation of various species, including non-conventional species, is still relevant. The reconstruction and construction of fish hatcheries have been assigned priority in the use of the European Fisheries Fund (EFF) for the period 2007–2013 in many new Member States of the EU.

For emerging species, however, the most pressing barrier is the supply of juveniles. For certain species (e.g. tuna), there is as yet no commercially viable juvenile production but reliance upon wild-caught juveniles. R&D efforts of facilitating spawning in blue fin tuna are progressing, for example in Italy and Spain (using reproductive hormones) as well as in Croatia (Aquaculture Europe, 2009; Box 5). Even in the case of some species where juvenile production is possible, there are still many problems that need to be solved to improve the overall viability of production. This is more evident for marine species like cod, halibut and turbot. In 2003, the first breeding programmes for Atlantic cod were initiated resulting in around 200 viable families by 2005 in Norway alone. However, much work is still needed in the fields of nutrition, larval survival, as well as preventing early maturation and diseases (Bostock *et al.*, 2008b).

Box 5. Success story: several million tuna eggs

Two research projects, funded by EU Framework Programme 7 (SELFDOTT and ALLOTUNA), have simultaneously produced millions of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) eggs after artificial induction of fish in sea cage facilities in the Mediterranean in 2009. In the first case, daily spawns consisting of 140 million eggs have been obtained at the project's initiation in Spain, which are managed by a project partner and producer, with a daily maximum of 34 million eggs, which had never been realized in previous projects. In the second project, captive-reared Atlantic bluefin tuna was also maintained in sea cages in Italy (Puglia region) and also produced up to a total of 46 million eggs over a number of days. Similarly, collaboration between tuna farmers and researchers in Croatia also lead to succesfull spawning of tuna eggs in cages off the Dalmatian coast.

The successful spawning of tuna in the Mediterranean sea using advanced broodstock management and spawning induction methods is a significant success and an important step towards the domestication of the Atlantic bluefin tuna in the region, and, accordingly, this can help in the conservation of decreasing tuna stocks in the future.

Source: Anonymous, 2009; Aquaculture Europe, 2009; Real, 2009.

4.1.3 Feed resources

Most European finfish mariculture relies on the use of fully formulated diets to elevate production. By contrast, shellfish culture is reliant on natural productivity and pond-based aquaculture, mainly in Central and Eastern Europe, is based on stimulating natural food production through the addition of inorganic and organic fertilisers. The fish feed sector is a dynamic, innovative industry in Europe, which includes large international companies such as Aller Aqua©, Biomar©, Dana Feed©, Inve© or Nutreco©. These companies are increasing their market share also in the Central and Eastern European region, where the feed supply is still largely based on the import from Western Europe (FAO/NACEE, 2007). The animal feed industry of the European Union produces some 125 million tonnes of compound feeds each year. The global industrial production (Europe, the Americas and Asia) produced 597 million tonnes of animal feeds in 2001 (Sabaut, 2002). These figures do not account for feeds produced on farm, which represent an equivalent volume. With 13.6 million tonnes of feeds produced in 2001, aquaculture used less than 2% of the global resources of raw materials (Sabaut, 2002). It was estimated that in 2003 the aquaculture sector consumed 2.94 million tonnes of fishmeal and 0.80 million tonnes of fish oil, or the equivalent of 14.95 to 18.69 million tonnes of pelagics (Tacon, Hasan and Subasinghe, 2006). In 2006, small pelagic forage fish species (includes anchovies, herring, mackerel, sardines, etc.) represented the largest landed species group in capture fisheries (27.3 million tonnes or 29.7 percent of the total capture fisheries landings). Small pelagic fish are generally the only commercially viable source of long chain omega-3 acids essential to diets for carnivorous farmed fish, such as salmon and tuna, however small pelagic fish contribute more than 50 percent of the total food fish supply in many countries in Africa, Asia and elsewhere. Although more than one third of small pelagic fish are landed in South America, Europe is the largest producer, exporter and importer of processed pelagic fish products for human consumption (Tacon and Metian, 2009).

Earlier projections of the International Fishmeal and Fish Oil Organisation (IFFO) suggested that the use of fishmeal by aquaculture will rise from 34 percent in 2002 to 48 percent in 2010. The issue of fish oil is more critical, with aquaculture already using 56 percent of supplies in 2002 and potentially requiring 79 percent of supplies by 2010 (Stirling Aquaculture, 2003). According to recent estimations in 2006 aquaculture consumed 57 percent of fish meal and 87 percent of fish oil globally due to the rapid growth in fish farming and the willingness of the aquaculture sector to pay high market prices for these commodities (Tacon and Metian, 2009).

On the other hand, the dependence of Europe on imports of vegetable proteins (primarily soybean) is equally strong for fishmeal and fish oil. It is therefore probably necessary to make sure that resources are increased

to provide adequate vegetable proteins for aquaculture and not to abandon the use of protein by-products whose origin is based on terrestrial animals if we want to secure availability and improve cost management (Sabaut, 2002).

The European Feed Manufacturers Federation (FEFAC) clearly stated that the fish feed industry must reduce the inclusion of fishmeal and fish oil into its formulations in order to be able to support a sustainable aquaculture development. Any further growth in aquaculture has to be based on fishmeal replacement (FEFAC, 2007).

FEFAC (2007) considered that inclusion rates would need to be reduced by 5–10 percent per year between 2007–2010. Higher prices for fishmeal and fish oil will accelerate the substitution rate. However, although substitution will be moving faster in the first years, the lower the fishmeal inclusion rates, the more difficult it will become to reduce it further to a lower percentage rate.

Key replacement options are vegetable protein concentrates including GM (genetically modified)-derived feed materials (soybean meal, rapeseed meal), land animal by-products (blood meal) and krill. Krill is one of the several invertebrate marine organisms that may become important alternatives to fish as sources of marine oil and meal to be used in fish feeds. Their use presents a number of challenges but the key driver will be the consumer choice regarding the EPA (eicosapentaenoic acid)/DHA (docosahexaenoic acid) content of farmed fish as a key selling point. European government administrations, therefore, may need to address fish farmer and consumer perception issues with regard to risks and benefits associated with the substitution of fishmeal and fish oil.

The current EU feed ban for processed animal proteins also presents a major obstacle for the introduction of more sustainable feeding systems. The fish feed industry would, therefore, recommend addressing fish nutrition in the EU research programmes while reviewing the current regulatory obstacles, including the authorization of feed additives for farmed fish and certain processed animal proteins that may help to reduce environmental pressures arising from fish feed production. In addition, there is a constant need for up-to-date scientific knowledge on the effects of undesirable substances in the aquaculture value chain as a basis for risk-proportionate decisions concerning dynamic risk management decisions at a European level (FEFAC, 2007).

4.1.4 Farming technologies

Farming systems and farming technologies show a great diversity in Europe including *extensive culture* in ponds (mainly carps), lagoons (typically eel, seabass, seabream and mullets) and coastal areas (mussel, oyster, clam); *semi-intensive farming* in ponds (carps with predatory species) and lagoons (e.g. eel and mullets); *intensive culture* in flow-through systems (mainly trout, salmon, seabass, seabream, turbot), in recirculating aquaculture systems (high-value freshwater and marine species); and in sea cages (mainly salmon, seabass and seabream).

European aquaculture can also be divided into three large sub-sectors by species groups, such as: shellfish, freshwater fish and marine fish farming. Crustaceans and algae are also grown in EU and non-EU countries, but their production has been marginal so far.

The existing aquaculture systems and technologies have been developed mainly on the basis of available resources, technical and financial feasibility. However, because of changes in the availability of resources, environmental concerns, development policies, socio-economic conditions and market realities, there has been a need to improve the sustainability of aquaculture production and to develop new type of systems and technologies. A recent European study (Bostock *et al.*, 2008b) identified the following main types of emerging aquaculture systems in Europe: (1) Offshore systems; (2) Recirculation systems; and (3) Integrated systems.

The main drivers for the establishment of *offshore systems* appear to be the shortage of available inshore sites and the increasingly strict environmental legislation. *Offshore aquaculture* appears to have bright future. However, the keys to future development will be the production scale, achieving a competitive cost of

production and product prices. If growth in demand outstrips supply from inshore systems, prices will tend to rise and offshore systems should be increasingly viable. R&D support for further development of offshore systems is being given by the governments of Ireland and Norway (Ryan, personal communication, 2005).

A wide range of *recirculating aquaculture systems* (RAS) has been developed for a wide range of species in Europe; however, commercial fish production using these systems has been fairly limited. The total aquaculture production in RAS was around 20 000 tonnes in Europe (mainly in the Netherlands and Denmark) in 2005 (Schneider, personal communication, 2009). Expansion of this sector will depend on continued improvements to design and optimisation of both building and operating costs. However, recirculating aquaculture systems offer a flexible way for niche producers to supply a specialist, high value market.

Although *integrated systems* (such as Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) systems; polyculture systems; multifunctional pond fish farms) offer the prospect of a more efficient use of resources, the development of commercial systems is still at an early stage. The few commercial fish farms that have already embraced the concept of integrated production are still at a pilot-scale level and appear to value this concept more on ideological grounds than a purely financial point of view. The environmentally-friendly IMTA systems are discussed in more details in Chapter 5.1.4.

Given the significant environmental awareness among European consumers, and the interest in sustainability of aquaculture farming technologies, there has been a tremendous growth in the range of labelling and *certification systems* used for aquaculture products in Europe in recent years. While the organic-certified salmon production has not been able to keep up with demand, there is also evidence that large number of labelling and certification systems has left consumers confused. There is a whole range of standards and voluntary certification schemes which aim to ensure that aquaculture products meet minimum levels of stipulated criteria (FAO, 2009d). Voluntary certification schemes include organic (e.g. Soil Association, Naturland), environmental (e.g. Marine Stewardship Council, European Eco-management and Audit Scheme-EMAS), ethical (e.g. Ethical Trading Initiative), quality management (e.g. ISO 9001:2000; ISO 22000:2005) and other schemes. Mandatory standards tend to be those concerned with health and safety, such as prohibiting use of banned chemicals and setting maximum level of contaminants and bacteria in food. Food safety requirements (e.g. Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP) and traceability labelling are two of the main mandatory standards currently in use in Europe (Bostock *et al*., 2008b). At present, very few large producers appear to be convinced that organic certification is worth pursuing. More general certification systems are being applied to many aquaculture products and this is likely to increase in the future.

4.1.5 Aquatic animal health support and services

Fish diseases are both an animal health and an animal welfare issue. Fish health management is an integral part of aquaculture technologies in Europe and significant efforts have been made to prevent diseases and reduce the use of drugs. However, the controlled and prudent use of medicines on farmed aquatic animals remains a key issue in European aquaculture. Appropriate aquatic animal health service systems are available in most European countries, in particular in the EU, and high-level research has provided valuable results, which contribute to the development of new medicines and treatment methods. Vaccine development has proved to be a real success story in some aquaculture sectors (e.g. salmon), by significantly reducing both fish mortality and the need for chemical drugs. European pharmaceutical companies (e.g. Intervet Schering Plough Animal Health©) produce a large variety of veterinary medicines for the world market and provide various services to fish farmers. However, the limited availability of authorized veterinary medicinal products to address fish health risks remains one of the major problems for the aquaculture industry in Europe.

The main reasons for the current limited availability of licensed products to treat illnesses and parasites in farmed fish were identified by FEAP (2004) cover the following:

- The overall cost of the licensing process (> EUR500 000 for a licence in one country, but even more for additional countries).

- The time required for the licensing process is estimated at 2 FTE (Full-Time Employee) man years per licence. The preparatory work that has to be made, including all trials' work, equals two years or more. For the regulatory review and providing responses to questions, up to one year of work is needed. For post-marketing studies, this represents a continuous cost.
- The costs of licensing veterinary medicinal products are not covered by the sales potential of these products in marine finfish farming.
- The costs of defending each licence that comes up for regular review is too high.
- The market is inhibited by the non-transferability of licences from one Member State to another.
- There are significant differences in the interpretations of European (i.e. EU) regulations from one Member State to another.
- The pharmaceutical market is now dominated by a small number of international companies.
- The cost of purchasing the licensed product itself – especially when profits in the farming industry are low.
- The unsuitability of the wording of the "Cascade Principle[14]" outlined in Directive 90/676/EEC, i.e. "… small number of animals …"

The severe shortage of drugs for MUMS (Minor-Use Minor Species) – this category includes fishes except salmonids – has been internationally recognized. As a consequence of the shortage of veterinary medicines, animal suffering, loss of animal life, and financial loss to farm industry are reported. Furthermore, the inadequate treatment of sick animals (millions of animals go either untreated or treatment is delayed), may increase public health hazards. The transmission of parasites or pathogens from animals to humans, or the shedding of infectious agents by untreated animals into the environment, may increase health risks to humans as well as other animals (Macrì, Purificato and Tollis, 2006).

A PROFET Workshop (FEAP, 2004) identified actions that were necessary to prevent a "welfare crisis" in the farmed fish industry. The proposed actions include the following:

- Authorized products should be licensed for salmonids or finfish rather than one species (cf. the situation for terrestrial animals).
- Remedies licensed in one Member State should be recognized in another Member State – a single market within the EU is required with regard to veterinary medicines.
- Recognition that the cascade principle has to be used by veterinarians at present is routine rather than an exceptional circumstance.
- The time frame for a newly licensed product for aquaculture should be extended to 15 years.
- Generic products should be made widely available under an amended cascade principle that also takes into account the numbers of animals being treated in aquaculture.
- Community funding should be available to develop *in vitro* tests that can be placed in the European Pharmacopoeia to replace the current *in vivo* standards for measuring batch potency and the safety tests for fish immunological products.
- An EU-funded external audit should be commissioned to show how Member States (including the Member States of the European Environment Agency - EEA) deliver the outcome of registration of veterinary medicinal products in aquaculture.
- The professional production sector should be directly consulted by the EEA on all relevant issues dealing with regulation and policy on medicines for farmed fish.
- The professional production sector should also work closely with veterinarians and pharmaceutical companies in Europe to achieve the goals set out above.

[14] The "Cascade principle", described in Article 10 of the EU Directive 2001/82 and amended by articles 10 and 11 of the EU Directive 2004/28, allows extra label use or the use of a human product by a veterinarian in exceptional circumstances when an authorized veterinary medicinal product is not available.

In spite of the various initiatives in the past years in order to improve the supply of authorized veterinary medicines for produced aquatic animals, the shortage of drugs is still a critical issue in aquaculture development in the European Union. Special measures have been introduced in some EU countries in order to alleviate the situation. In the UK, for example, it is possible to get a veterinary medicine product registered within two days as long as it is manufactured and licensed within the EU and the use of the product is well-defined. In many EU countries (most successfully in the UK) other instruments like provisional import license can be obtained even in hours with the notification of a DVM (Doctor of Veterinary Medicine) when there is an alternative treatment (Christofilogiannis, personal communication, 2009).

In Norway, there is a system called "special exemption", where the aquaculture industry and veterinarians highlight each year the importance of each disease affecting salmon and cod. Based on this evaluation, the authorities allow for important diseases the import of vaccines that could be even in a preliminary development stage as long as they can demonstrate safety for the fish and have some basic efficacy data. The companies bring these vaccines in the market, but the sales and application in selected areas is closely monitored and the results are reported. This import is allowed by national authorities assuming that the company will develop and provide in due course a full registration file. This transparent process is reviewed every year (Christofilogiannis, personal communication, 2009).

In Central and Eastern European (CEE) countries, where pond aquaculture is dominant, diseases are generally not a major issue because of the relatively low intensity level (FAO/NACEE, 2007). However, the appearance of Koi Herpes Virus (KHV) in the region and the risk of its spreading to neighbouring countries are of major concern (Pokorova *et al.*, 2005). In intensive systems, as well as in countries where a trend of intensification exists in pond aquaculture (e.g. Russian Federation), the prevention and treatment of diseases remains a priority issue.

Adequate policies and institutional frameworks for inspection and monitoring of fish health are in place in most non-EU countries as well, although their operation is not always efficient due to understaffing, under-financing and sometimes poor infrastructural conditions (FAO/NACEE, 2007).

4.1.6 Financial capital

Aquaculture businesses are subject to the risks of a variable fiscal environment in the same way as most other enterprises. A key feature of many aquaculture systems is the relatively long production cycle, and therefore, the interest rate has a great impact on aquaculture businesses. The impact of interest rates on business investment is greatly modified by other monetary factors, the most important of which are inflation[15] and currency exchange rates. The European Central Bank and most governments therefore aim to keep inflation stable, and at low levels (Bostock *et al.*, 2008a; EUROSTAT, 2009c).

Economic development is also guided by governments through financial regulations, incentives and taxes. Investors in aquaculture confirm that "to develop aquaculture you need a willing and determined government. A government that believes the future is in the sea" (Myrseth, 2007). The impact of government support on aquaculture development is clearly illustrated by the spectacular growth of salmon culture in Norway, and seabass and seabream culture in Greece. The financial support of the EU, which is co-financed by Member States in the frame of the European Fisheries Fund, also contributes to aquaculture development within the European Union. Community funds, grants of this kind are only made available where there are good market prospects and should not be allocated where there is a threat of overproduction. Moreover,

[15] Eurostat statistics show that this seems to have been achieved within the Euro zone with inflation between 2.1 and 2.3 percent between 2000 and 2005; however, it increased to 3.3 percent by 2008. Inflation rates in other regions of Europe were much higher in 2008 (e.g. Latvia 15.3 percent; Bulgaria 12 percent; Turkey 10.4 percent.
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&language=en&pcode=tsieb060&tableSelection=1&footnotes=yes&labeling=labels&plugin=1

many of the measures eligible under FIFG (Financial Instrument for Fisheries Guidance[16]) and EFF (European Fisheries Fund[17]) are for non-production support (i.e. to increase environmental protection, develop organic production, improve consumer protection, etc.) and do not necessarily convert into changes in the volume of production (European Commission, 2009a and 2009b). The EU financial support to the industry (e.g. FIFG and EFF) is discussed in more details in Chapter 10.1.3.

Commercial financing for aquaculture includes private capital, bank loans, venture capital investment and stock market. It should be noted, however, that aquaculture business is considered a risky one. Small- and medium-scale enterprises mainly rely on private capital and bank loans for commercial financing (e.g. 50 percent equity and 50 percent loans). Venture capital financing is sometimes possible, especially for innovative-technology-based firms with protectable intellectual property or unique know-how. The sector also includes "business angels" – typically wealthy individuals experienced in business and finance who invest directly in firms (Bostock *et al.*, 2008a). It should be noted that the activity of such "business angels" is not limited to the western part of Europe. The stock market is also becoming an increasing source of investment finance for aquaculture, especially in Western Europe. Several major Norwegian aquaculture companies accessed stock market finance since the 1990s. More recently, Cermaq© and Akva Group© became listed on the Oslo Stock Exchange in 2006. Greek companies also turned to the Athens stock exchange led by Selonda© Aquaculture SA in 1994 and followed by Nireus Chios© Aquaculture SA, Hellenic© Fish Farming SA and Interfish© Aquaculture SA in 2003 (Bostock *et al.*, 2008a).

4.1.7 Aquaculture insurance

In spite of such a perilous business environment as aquaculture, the industry seems to put risk management at the bottom of its priority list in most regions of the world. The world's annual aquaculture premiums are about US$100 million representing a minuscule proportion of the value of the world's farmed fish stocks (Mutter, 2009). However, as far as the insurance of aquaculture stock is concerned, Europe is the best-served region of the world (van Anrooy *et al*., 2006). European countries with relatively high take-up of insurances are Norway, Scotland, the Faroe Islands, Denmark, Iceland, Spain, Malta, Greece, Italy and Turkey. The main insured species are salmon, seabass and seabream, tuna, trout and turbot. In 2007, the top five causes of industry losses (in value) were weather, diseases, algal blooms, water quality and cage damage (Mutter, 2009). The top five claims by countries in 2007 were from Chile, Spain, UK, Norway and Ireland. Risk management is at the highest level in the well-established and successful salmon industry in Europe; however, the seabass, seabream and tuna industries are credited with slightly less caution. The biggest losses seen by the international aquaculture insurance industry seem to have come from the Mediterranean tuna-ranching sector. Risk management in pond fish farms, especially in Eastern Europe, usually doesn't include insurance. Findings and conclusions of the FAO global review on aquaculture insurance (van Anrooy *et al*., 2006) are still relevant, with special regard to the need for (i) education and outreach and (ii) the collection and analysis of information on the aquaculture insurance market in Europe.

4.1.8 Harvest and post-harvest services

In the European Union, the fish processing sector employs a significant number of people, especially in regions dependent on fisheries. In the EU, there are more than 135 000 people employed in the sector, many of whom work in firms with 20 employees or less. The value of processed fishery products produced by the sector stood at about EUR18 billion a year, almost twice the value of landings and aquaculture production combined (European Commission, 2005a).

Production has continued to grow in recent years. Employment, however, has been contracting, largely because smaller and poorly equipped processing companies are either closing down or merge with larger

[16] Financial Instrument for Fisheries Guidance, FIFG
http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/fisheries_sector_organisation_and_financing/l60017_en.htm
[17] European Fisheries fund, EFF
http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/fisheries_sector_organisation_and_financing/l66004_en.htm

companies. The most important types of products produced by the fish processing industry are preparations and canned fish (EUR6.7 billion) followed by fresh, chilled, frozen, smoked or dried fish (EUR5.2 billion). Companies in the fish processing sector are especially vulnerable to the fluctuations in supply. To ensure a regular supply of fishery products, EU companies have to rely on imports (European Commission, 2005a).

Diversity is one of the most striking aspects of the processing industry, in terms of the size of companies, processing, the type of the raw materials used and the finished product. There are also significant differences in terms of the technical level and capital structure of processing companies, especially between developed countries in the EU and less developed ones in the non-EU region.

An EU study (Salz *et al.*, 2006) on employment in the fisheries sector summarized the main developments in the EU fish processing industry according to the following:

- EU consumption of fish and fish products depends for more than 50% on imports.
- Increasing demand for seafood in the EU results in new activities.
- Availability of raw material from local landings is decreasing.
- The nature of secondary processing is still determined by supplies that used to be available from local fleets. With falling TAC (total allowable catch quota), the secondary processors increasingly rely on global sources and imported raw materials, often for more than 50 percent.
- Primary processing industries are in general still dependent on local landings.
- The trend toward new added-value products (convenience foods) means that fish has become one of the many ingredients used.
- Fish processing is being integrated with larger food-processing companies.
- Increased competition from extra-EU imports, particularly, from low-wage countries like China and Viet Nam; it may be expected that fish processing will increasingly be transferred to low-wage countries.

Research needs in the European processing and packaging sector have also been identified by the CONSENSUS Project (European Commission, 2005b). The research needs in several key areas of the processing sector are: more effective cleaning and separation technique using less energy and water; better utilization of by-products through characterization, processing and data management; increasing shelf-life of products while maintaining microbial levels as low as possible. Research for the development of better packaging systems should aim at the decrease of the percentage of packaging weight versus gross weight, and the use of hazardous materials in packaging, and increase the ratio of the recyclable part of packaging materials.

One of the working groups of the EATIP Thematic Area “Technology and Systems” is “Handling and Processing”, which works on the elaboration of a strategic research agenda related to post-harvest services. The major goals of this working group have already been identified according to the following (Aursand, 2009):

- develop new and improved technology for efficient and ethical transfer, handling and slaughtering of farmed fish from farm to processing line;
- develop new and more flexible concepts for efficient fish processing with focus on automation;
- develop new and improved technologies for efficient fish processing focusing on efficiency and hygiene;
- develop new and improved technologies for the valorisation of fish products and by-products;
- develop and make up technological solutions to obtain transparent and traceable supply chains from farm to the consumer;
- develop new technological concepts in food production with focus on less energy use;
- develop new or improved technology concepts and solutions concerning equipment and logistics to obtain an uninterrupted cooling chain from handling of farmed fish to consumption; and
- develop a European arena for the fish processing industry, fish processing equipment vendors and research institutions.

4.2 Salient issues and success stories

4.2.1 Salient issues

In spite of the excellent natural conditions for aquafarming, long coastline with sheltered bays, fjords and other coastal areas in Western Europe and in the Mediterranean, extended inland water areas mainly in Central and Eastern Europe, as well as valuable human resources and a world-leading academic sector in aquaculture R&D, Europe imports 60 percent of its consumed fish. One of the main reasons of this controversy is that aquaculture has become one of the most heavily regulated sectors in the entire food production industry in Europe. EU fish farmers have to deal with over 400 different pieces of regulations and additional planning and environmental constraints in the Member States (Stevenson, 2008). As Richie Flynn, Head of the Irish Fish Farmers Association said, "We are in favour of regulation but not strangulation" (The Trawler-Le Chalutier, 2008). The industry does recognize the fact that sound European regulations provide protection to the consumer in terms of quality and safety of fish and shellfish products and also that they contribute to the protection of the environment and welfare of aquatic animals. However, stringent EU rules, particularly on environmental protection, generate competitive constraints vis-à-vis competitors in Asia or Latin America, which has also been identified as a constraint of aquaculture development in the new Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture. In the new strategy, the European Commission declares that it will continue to develop its policy of simplifying the legislative environment and the reduction of the administrative burden at EU level and invites Member States to take measures to facilitate business development and reduce the administrative burden deriving from national provisions, notably by simplifying licensing procedures for aquaculture (European Commission, 2009b).

The increasing competition for space represents a major challenge for further developing or even maintaining all forms of coastal aquaculture, as well as freshwater fish farming, not only in the EU but also in other regions in Europe. The limited access to space and licensing because of the stringent regulations in the EU and the lack of appropriate regulatory framework in non-EU Eastern European countries are serious constraints of aquaculture development.

Another major challenge of the European aquaculture development is the limited access to seed capital or loans for innovation in a risky context – particularly in view of constant changes in the economic situation and in trade patterns (European Commission, 2009b). The European Fisheries Fund (EFF) provides financing also for aquaculture development in EU countries during the period between 2007 and 2013, which is an important source of financing in the new EU Member States in Central and Eastern Europe where there is a great need to modernize production and processing facilities. The lack of finances, however, is a serious constraint of aquaculture development in the non-EU Eastern European countries, especially for the small and medium enterprises, which have a dominant role in aquaculture production.

It should be emphasized, however, that the challenges have changed in the past decades in the European aquaculture development. While the access to sites still remains a salient issue, the main concern in feeding is not only the improvement of the feed conversion ratio but also the sustainable use of resources (replacement of fishmeal and fish oil) and the elimination of contaminants. Similarly, the concerns in the service sector are getting more related to the availability of special services required by modern business such as finance, public relations (PR) and skill management (Hough, 2009).

Veterinary services will have key importance in the future as intensity of aquaculture production is increasing; however, the limited availability of authorized veterinary medicinal products to address health risks remains one of the major problems for the aquaculture industry in Europe.

4.2.2 Success stories

Even if no such remarkable success stories can be reported for the past decade as the salmon industry over 30 years and the seabass and seabream sector in the 1990s, there has been a string of innovations that contributes to the increase of productivity, the reduction of production and marketing costs as well as the improvement of environmental friendliness and animal welfare conditions in European aquaculture.

There have been a number of additional, incremental innovations within the European aquaculture sector that have been or may be important in the future in various fields such as vaccination, selective breeding, life

cycle manipulations, genetic manipulation, use of information technology, reducing fish meal and fish oil levels in feeds, harvesting and processing, packaging and retail (Bostock *et al*., 2008b). Numerous successful research projects have been or are carried out in the EU Sixth and Seventh Framework Programmes in the past decade, whose results contribute to the better use of resources and the development of aquaculture production systems. A list of some major aquaculture R&D projects that are funded by the EU Sixth Framework Programme and related to the development of technology and systems is available in Table 3.

The establishment of the European Aquaculture Technology and Innovation Platform (EATIP[18]) in 2007 can also be considered as a success story in European aquaculture. The EATIP is an important initiative and an excellent example for a multi-stakeholder approach to identify together the innovation challenges for their collective interests; to develop a strategic research agenda that responds to these challenges; and to implement the results through effective dissemination and technology transfer mechanisms. More information on the structure and function, objectives and activities of EATIP are provided in Chapter 9.5.

4.3 The way forward

Various comprehensive analysis and foresight studies have been elaborated recently about the future of European aquaculture in general (Stricker *et al.*, 2009), in the European Union (Bostock *et al.*, 2008a, 2008b; EC, 2009a) and also on country level (INRA, 2007; Irish Seafood Strategy Review Group, 2006; Research Council of Norway, 2005). Even if the foresight studies cannot provide complete answers to questions, they generate interesting and new ideas about the future of European aquaculture, provide a basis for reflection and offer helpful impulses for commercial actors of the industry, governmental actors and researchers. In the Norwegian foresight analysis expert groups identified the most important factors and actors expected to influence the development of the aquaculture industry up to 2020 (Table 4).

As a result of the Norwegian "visionary exercise" five main scenarios have been elaborated covering the following:

"**A new industrial neutrality**": Europe is the home market for the Norwegian aquaculture industry, and the industry's role as a partner in a comprehensive innovation system has been strengthened by active government involvement. Innovations in the transport sector have made it possible to transport large quantities of fish and other aquaculture products to markets all over the world.

"**Market with no frontiers**": Nutrition products are sold in open global markets, but in compliance with specific standards with regard to both products and processes. Marine food products have become essential, and Norway is a leader in the production and sale of red-fleshed fish.

"**Sustainability**": Climate change has forced the industry to make great changes, for example, much is produced in land-based facilities, and sea-based production has been largely moved out of the country. Environmental problems have made it necessary to develop completely new and advanced production and monitoring systems, and Norway is a leading exporter of expertise and technology related to international aquaculture activities.

"**Feed for all**": The industry has struggled with a shortage of feedstuffs and environmental problems. But after a great deal of research effort, it has become possible to replace traditional feedstuffs based on marine components with feedstuffs based on industrially produced feed components and gene-modified vegetable components. Marine components are now largely used as food for human consumption. Since environmental problems have also been reduced through the development of new cleaning technology and adherence to binding international agreements, industry growth can start to climb once again.

"**Aquaculture university**": Norway plays a leading role in the management of marine resources, and the aquaculture industry has enjoyed a tremendous upswing with regard to both technology and competence since the establishment of a new, large, application-oriented aquaculture university. This community of experts developed cutting-edge expertise with direct commercial use, and also inspired other companies in the industry to tackle research and innovation tasks in a more goal-oriented and effective manner.

[18] www.eatip.eu

Table 3. EU-funded projects on technology and system development in the FP6 program (*Source*: http://cordis.europa.eu/fp6/projects.htm)

Acronym	Title	Home page
ALFA	Development of an automated innovative system for continuous live feed production in aquaculture hatchery units	http://gamma.wiserhosting.co.uk/~alfa768/
AMBIO	Advanced nanostructured surfaces for the control of biofouling	www.ambio.bham.ac.uk
ASPECT	Organic warmwater fish production through activated suspension and periphyton-based ecological technology	
AQUAETREAT	Improvement and innovation of aquaculture effluent treatment technology	www.aquaetreat.org/aquaetreat/
AQUADEGAS	Development of cost effective reliable robust flexible compact and efficient degassing and aeration method for intensive aquaculture	http://www.aquadegas.com
CODLIGHT TECH	Light technology for photoperiod regulation in cod mariculture	www.fishwelfare.com/clt/
CRAB	Collective research on aquaculture biofouling	
DOLFIN	Development of innovative plastic structures for aquaculture using a new composite with crop waste as reinforcing filler	https://www.aimplas.es/proyectos/dolfin
ENVIROPHYTE	Improvement of the cost-effectiveness of marine land-based aquaculture facilities through use of constructed wetlands with salicornia as an environmentally friendly biofilter and a valuable by-product	http://envirophyte.ocean.org
ESCAPEPROOFNET	Escapees in European Aquaculture Development of an escape-proof net especially for cod bass and bream fish farming	www.escapeproofnet.com
FISHTANKRECIRC	Development of electro-coagulation technique for optimal cleaning efficiency and maximum reuse of water in land based fish farming	www.fishtankrecirc.com
GRRAS	Towards elimination of growth retardation in marine re-circulating aquaculture systems for turbot	www.rivo.dlo.nl/grra
INTELFISHTANK	Development of an intelligent fish tank for cost effective aquaculture through control of water quality in each different fish tank.	www.intelfishtank.com
LOBSTERPLANT	Development of automated technology for large scale land based production of lobster juveniles and lobster to market size, including development of robotic feeding and imaging control system	http://lobsterplantproject.com
NETWASH	*In-situ* net cleaning system in aquaculture	www.netwash-project.com
OPTITEMPTANK	Development of an integrated system for cost effective temperature control in aquaculture tanks	
RACEWAYS	A hyperintensive fish farming concept for lasting competitiveness and superior production	
SPIINES 2	Sea urchins in integrated systems; their nutrition and roe enhancement	
SUDEVAB	Sustainable development of European SMEs engaged in abalone aquaculture	www.sudevab.eu
SUSTAINAQ	Sustainable aquaculture production through the use of recirculation systems	
SUSTAINAQUA	Integrated approach for a sustainable and healthy freshwater aquaculture	www.sustainaqua.org

Table 4. The most important factors and actors expected to influence the development of the aquaculture industry up to 2020 (Research Council of Norway, 2005)

Factors	**Actors**
Market	Companies
Feed raw materials	Research, educational and competence communities
Innovation	Industry organizations
Capital/ownership	Investors
Development of competence (research and education)	Public authorities
Sustainable development (environmental and food product safety)	Advocates
Policy	Consumers/customers

In the French foresight study (INRA, 2007) there are also five scenarios: (1) Here and better; (2) Vertical and globalized; (3) Stalemate/In an *impasse*; (4) All hands on deck; (5) Double Novel. In the "Here and better" scenario fish farmers become actors acknowledged for their efficient management of ecosystems. Quality labels and specific, local branding also contribute to their success. Fish farming benefits from local development plans, but farming practices are under the scrutinity of the society. According to the "Vertical and globalized" scenario, the industrial dimension of aquaculture increases. Vertical integration becomes the rule. The scenario "Stalemate" is a pessimistic one, when too many combined constraints threaten French fish farming. Due to insurmountable environmental demands, negative image of fish farming, lack of national political support French fish farming declines. The "All hands on deck" scenario assumes a dynamic development strategy thanks to an alliance between all French actors in the context of proactive policies. Under the "Double Novel" scenario novel consumers and novel producers take new look at fish farming. Farmed fish is popular and fish farmers proactively respond to market evolution.

Regional and national aquaculture development strategies have also been elaborated in the European Union for the 2007–2013 period (European Commission, 2009b) in all EU countries as the precondition of the access to the European Fisheries Fund. A medium-term aquaculture development strategy has also been elaborated in the Russian Federation, which forecasts a four-fold increase in aquaculture production by 2020 (Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2007); however, the fish supply is based on capture fisheries, which is gradually recovering, while the role of aquaculture remains marginal (FAO-EBRD, 2008).

The sustainable development of European aquaculture should be supported by excellence in research and innovation. As mentioned earlier, leaders of the European aquaculture industry and the academic sector have recently established the European Aquaculture Technology and Innovation Platform (EATIP) with the view to provide a strategic vison and define research and development priorities for the European aquaculture sector. Objectives and activities of EATIP are discussed in detail in Chapter 9.5.1.

In Turkey, aquaculture production has increased rapidly in the last years, which is expected to continue into the next decade. This was assisted a number of good governance decisions:

- The Turkish Ministry of Agriculture and Rural Affairs (MARA) has encouraged the establishment of larger marine (≥ 250 tonnes/year) and freshwater (≥ 25 tonnes/year) cage farms in the hope to maximize economic benefits of individual enterprises, while reducing the risk of conflict of interests with other coastal zone users.
- A system of "premium payment" was introduced, payable on the number of produced juveniles and marketed fish. This has resulted in an increasing capacity and new license applications and is hoped to help in the collection of reliable production data.
- Financial credits with low interest rates are available through the Agricultural Bank to support fisheries and aquaculture. The Under-Secretariat of Treasury also provides additional incentives and some regional subsidies.

- To resolve conflicts between tourism and aquaculture, site and area allocation plans have been prepared along the Mediterranean and Aegean coasts involving various stakeholders with some areas identified as immediately or potentially available for aquaculture development. Most of the marine farms have already left the well protected, near shore shallow waters and moved to relatively exposed offshore areas. In addition, many farms now use the larger modern HDPE (High Density Polyethylene) circular cages (10–24 m in diameter) rather than the smaller locally made wooden cages.
- MARA attempts to effectively monitor all fish farms for diseases and test for antibiotic/chemical residues in market-sized fish. Stricter environmental monitoring will also commence in the near future.
- Great efforts have also been put into increasing species and product diversity, although there have been no significant breakthroughs in these issues, at least on a commercial scale.

The main challenges that the industry will be faced with in the future need not to be essentially different from the challenges confronted earlier. The responsible use of resources and the protection of the environment, for example, will remain key challenges in the future development of aquaculture technology and systems. Thus, the wider exploitation of inland and coastal waters for aquaculture in many cases might be increasingly constrained by growing competition from other resource users as well as by regulatory restrictions, unless new aquaculture technologies, such as offshore systems and inland recirculating aquaculture systems, are adopted. At present, the primary obstacle to the development of such systems is economic, although regulatory and other barriers also exist (Bostock *et al.,* 2008b). The role of earthen fish ponds and coastal lagoons in food production will probably diversify or decrease in the long term; however, such natural-like wetlands will be integrated into agro-ecosystems and provide services mainly for tourism, water and landscape management and wildlife (Varadi, 2007).

The future success of the modern, professional European aquaculture will increasingly be dependent on the availability of high-quality services in seed and feed supply and also in veterinary support and services. Experts assume that veterinary services and supplies will have a major contribution to the sector development through the application of new results of animal health research in the development of therapeutics and vaccines, disease gene mapping and early identification systems (Stricker *et al.,* 2009). Beside the mentioned conventional services, there will be an increasing need for special services (financing, insurance, public relations, skill management), as discussed earlier.

It should be mentioned, however, that significant changes can be expected in terms of the scope and rate of future aquaculture development in various regions of Europe, which will depend mainly on socio-economic realities in a given region or country. During the future development of the processing industry in Norway, for example, one of the main focuses is automation and the use of robotic equipment (Aursand, 2009). However, in many Eastern European countries the development of fish processing is still based on the extensive use of labour and relatively simple equipment. In order to bridge the gap in terms of the quality of services (feed, seed and veterinary) and level of technologies between advanced and less developed regions of Europe, there is a need for the enhancement of intra-regional collaboration through the activity of European and UN organizations, including, for example, the following:

- European Commission (EC[19]),
- European Aquaculture Society (EAS[20]),
- European Aquaculture Technology Innovation Platform (EATIP[21]),
- European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC[22]),
- European Fisheries and Aquaculture Research Organisation (EFARO[23]),

[19] http://ec.europa.eu/index_en.htm
[20] www.easonline.org
[21] www.eatip.eu
[22] www.fao.org/fishery/rfb/eifac/en
[23] www.efaro.eu

- European Mollusc Producers Association (EMPA),
- EUROFISH[24],
- FAO[25],
- Federation of European Aquaculture Producers (FEAP[26]),
- General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM[27]),
- Network of Aquaculture Centres in Central-Eastern Europe (NACEE[28]),
- and others.

The Network of Aquaculture Centers in Central and Eastern Europe (NACEE) recently established a specific Working Group (besides other four) on "Innovative technologies" that is dealing with the possible development of various aquaculture systems taking into account Central and Eastern European conditions and realities.

The development of services and technologies in the past decade has had a major role in the overall development of European aquaculture, which is beginning to reach maturity. Innovative RTD throughout Europe resulted in improved feeds, enhanced health treatments, better equipment and better fish (Hough, 2009). The development of services and technologies will continue in the future contributing to the further modernisation of the industry, which will be able to provide more seafood to European consumers through the sustainable use of local resources.

[24] www.eurofish.dk
[25] www.fao.org
[26] www.feap.info/feap
[27] www.gfcm.org/gfcm/topic/16083
[28] www.agrowebcee.net/nacee

5. AQUACULTURE AND ENVIRONMENT

5.1 Status and trends

5.1.1 General environmental conditions

Aquaculture practices rely on a range of natural resources, but are more strictly dependent on good-quality water and ecosystems than most other forms of agricultural activities. The development of sustainable aquaculture strongly depends upon the quality of water, and its practices must preserve this quality. In a densely populated and economically developed zone, European water resources have been severely affected in some areas where intense anthropogenic activities (industry, intensive agriculture, urban development) concentrate.

The general situation of water use and quality in Europe is extensively described in various sources (UNECE, 2002; UNEP, 2004; UNESCO, 2003, 2006, 2009). Water pollution is considered a serious issue all over the European region. Though progress has been made in pollution reduction in Western Europe, the situation is less promising in the CEE countries, and remains serious or critical in many geographic areas. Excessive discharge of organic matter, nitrogen and phosphorus still results in eutrophication and other water quality problems in groundwaters, rivers, lakes and seas all over the European region. Nitrogen sources of water pollution include fertilizers and pesticides used in agriculture. Most phosphorus comes from households and industry through great quantities of nutrient-rich wastewater, although intensive agriculture can also be a serious contributor. Discharges of toxic chemicals from industrial processes and accidents, as well as sludge from wastewater treatment plants often contaminated with heavy metals and other hazardous waste also directly impact on water quality of both surface and groundwaters.

In Western Europe, the fertilizer consumption fell from the mid-1980s onwards when the eutrophication problem was realized, while in CEE, it has declined markedly since the early 1990s. Phosphorus discharges from urban wastewater treatment plants in Western Europe have fallen significantly (50–80 percent) since the early 1980s (EEA, 1995, 1999a,b, 2005, 2007, 2009), but important differences still exist in the treatment of wastewaters between European regions. By the end of the 1990s, ninety percent of the western European population was connected to sewers and 70 percent to waste water treatment plants, while in CEE, only 60 percent of the population of accession countries is connected to sewers; 18 percent of the wastewater is discharged untreated. The number of point sources decreased by almost two-thirds between 1990 and 1996 (OECD, 1999, 2004).

Fortunately, as stated by Nash, Burbridge and Volkman (2005), as aquaculture emerges in the twenty-first century, an important factor in social choice is not only to minimize the impact of all human interventions on the environment but also to protect and maintain the existing integrity of its many aquatic ecosystems, even though it is difficult to manage.

The European Commission issued in 2000 its *Community framework for water protection and management* (Directive 2000/60/EC, European Commission, 2000a), known also as the Water Framework Directive (WFD), aiming to prevent and reduce water pollution, promote its sustainable use, protect the environment, improve the status of water ecosystems and wetlands and reduce the effects of floods and droughts. The WFD provides, among other things, instructions for the identification of European waters and their characteristics on the basis of individual river basin districts, including coastal ecosystems, as well as the adoption by member countries of “management plans” and measures appropriate for each water body by 2010. A good ecological status of the water resources should be achieved by 2015.

5.*1.1.1 Aquatic ecosystems and water quality*

Freshwater ecosystems

Freshwater resources are limited in the European region, with important differences between regions. The global use of water resource scenarios shows an anticipated stabilization or moderate increase for the period 1995–2025 because of a more water-efficient use by the industry and agriculture (Alcamo, Henrichs and Rösch, 2000), however, with important differences between regions, with some areas where the pressure on

water resources remains high because of the low precipitation, high density of population and industrial activities.

The freshwater ecosystems of the European zone – rivers, lakes, reservoirs and groundwater alike – have suffered from an intensive multipurpose exploitation level, habitat degradation and increasing pollution, which is indicated by the fact that, in spite of a decrease in the Water Exploitation Index (WEI) during the last 15 years, more than half of the EU population lives in water-stressed countries[29] (Bostock *et al*., 2008a), mainly in the Mediterranean and North Sea area. The heavy pollution in the major rivers like the Rhine in Western Europe has been reduced significantly since 1980, which is due mainly to reductions in large point-source discharges of organic matter and phosphorus (EEA, 2000; UNEP, 2004[30]; EEA, 2005) with application of the more strict nutrient release regulations. Between 1992 and 2002, the levels of BOD_5, total ammonium and orthophosphates in Western European rivers and lakes have significantly decreased, while nitrate concentrations have shown little change since 1980. The reduced use of nitrogen fertilizers in agriculture does not seem to have resulted in lower levels of nitrate. There are even smaller rivers with very high concentrations, probably reflecting the impact of agriculture (EEA, 2000). In 2000, 14 European countries had rivers whose waters exceeded the nitrate value set in the EU drinking water directive (European Commission, 1998), which is designed to keep water in public supplies safe for drinking. Five countries had rivers that exceeded maximum allowable concentrations under the said directive.

The situation is even worse for groundwater reserves. In many groundwater bodies in Europe, for which data are available, measurements of nitrate concentrations have found levels that exceed the values specified by the drinking water directive. Results have been achieved in reducing the nutrient load of or agriculture farms by some national initiatives, some of them being also applied to aquaculture, like the Danish National Nitrate Management Plan. However, Nimmo-Smith *et al.* (2007) conclude that despite significant changes in farming practice there has only been a marginal impact on water quality. Data from EEA apparently show a similar picture across Europe, where surface waters still contain substantially elevated concentrations of nitrates; however, a decrease in nitrate concentration is observed in most Swiss rivers (UNEP, 2007). The return of isolated catches of emblematic species like Atlantic salmon into major rivers of Western Europe, including its recent appearance in the Seine river in France in 2009, may be seen as an encouraging signal of the recovery of water quality in freshwater river systems. It is expected that the full application of the Water Framework Directive by the EU member countries will result in a significant progress by 2015.

Improvements in nutrient release have been less significant in Southern and Central Europe. Nitrogen and phosphorus loads in the Danube have decreased only slightly since 1990. In the Russian Federation and Ukraine, the two most industrialized countries of the former USSR, the discharge of polluted water into rivers even increased significantly in the second half of the 1980s, despite a major clean-up campaign for the Volga and the Ural, which started as early as 1972. In the transition period in the 1990s, the situation became even worse according to UNECE (2002). In the accession countries, agricultural activities are generally less intensive, but there are some regions with high nitrate levels (EEA, 1999a). Pollution of aquifers is a serious problem throughout the region as well, which is mainly associated with nitrates and pesticides from agriculture (OECD, 1999). In the Russian Federation alone, more than 2 700 aquifers were identified as polluted in 1999, more than 80 percent of which were located west of the Urals (State Committee of the Russian Federation for Environmental Protection 2000; cited in UNECE, 2002). Lakes that had high phosphorus concentrations in the early 1980s have lower concentrations today. This decrease is mainly due to reduced inputs from large point sources because of better wastewater treatment and use of phosphorus-free detergents (EEA, 1999b; 2000).

[29] WEI: amount of water abstraction as a percentage of long-term renewable resources. Water-stressed countries are defined as countries where WEI exceeds 20%, and severely stressed countries, where it is above 40%, cited in Bostock et al., (2008a). See:
http:/themes.eea.europa.eu/Specific_media/water/indicators/WQ01c,2004.05/WQ1_WaterExploitationIndex_130504.pdf for calculation mode.

[30] www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater_europe/rhine.php

Concerning chemical contaminants, the situation may still be considered as serious or critical in many geographic areas, as illustrated by the high level of polychlorinated biphenyl (PCB) contamination in European eel. These pollutants, which affect critical biological functions (Thillart *et al*., 2005) are considered to be among the causes of the decline of natural eel populations (Palstra *et al.*, 2006). They also constitute a threat for human health, motivating a ban of the consumption and trade of all fish species of the River Rhône (France) from Lyon to the Mediterranean Sea by local authorities because of the detection of PCB levels exceeding the maximum regulatory levels for foodstuffs in wild river fish in France in 2005. As part of a national plan against PCBs, a national survey of fish consumers organized by the Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFFSA) is in process (Merlo *et al*., 2009).

Marine waters

Though the quality of most coastal environments appears to be favourable for aquaculture practices, some of them are affected by natural phenomena or human-induced changes. They are exposed to pressure deriving from both global processes of climate change and ocean dynamics and a variety of more local land- and marine-based activities. Even with the extremely strong diluting force of the oceanic circulation, the quality of coastal waters – where most of marine aquaculture takes place – is affected by the runoff from continental catchment areas in some exposed coastal zones, as well as from other human marine activities (shipping, dumping, mining including oil extraction, fisheries and aquaculture exploitation, urbanisation, tourism). Over the last decade different European regions have witnessed significant alterations in coastal morphology, increases in coastal flooding, loss of ice cover, reduced water quality, and declines in biodiversity, living resources and cultural landscapes as a result of climate change and socio-economic conditions in the coastal zone. There are early signals that Europe's marine and coastal ecosystems are also undergoing structural changes to the food chain, evidenced by the loss of key species, the replacement of key plankton species by large concentrations of others and the spread of invasive species, caused by widespread human activities.

European efforts to clean up surface waters have generally had a beneficial effect on coastal waters, including vital shellfish grounds, such as sometimes 10-fold or higher reductions in the discharges of pathogens, organic matter, nitrogen and phosphorus to the estuaries' coastal waters (EEA, 2005). This effect is more marked in North-Western Europe and less in the Mediterranean. However, nutrient enrichment is a widespread pollution problem in coastal waters, particularly in enclosed bays and estuaries. In 1998, approximately 90 percent of the coastal and marine biotopes in the Baltic Sea were threatened by area losses or quality reduction because of eutrophication, contamination, fisheries and settlements. Agriculture, urbanization and atmospheric deposition were considered the main causes of eutrophication. Environmental legislation and several new measures in the region have resulted in some improvement, as reported in the Helsinki Commission's 2003 assessment. Phosphorus inputs have decreased considerably following measures taken by the Baltic Sea countries, but eutrophication still remains an urgent problem in most coastal areas (Lääne, Kraav and Titova, 2005).

Eutrophication can cause changes in marine populations and phytoplankton communities, as well as significant deterioration in key habitats such as sea grass beds. The quality of marine waters in the North-East Atlantic region (Atlantic coasts of Europe, the Mediterranean and Black Sea) is monitored periodically under the Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (the "OSPAR Convention")[31], and the results are published by the OSPAR Secretariat. The last assessment of the network's 351 stations[32] allows to estimate the evolution of nutrient levels in coastal areas during the last five years. The highest winter oxidized nitrogen and orthophosphate concentrations were observed in coastal areas and estuaries. Decreasing trends in oxidized nitrogen concentrations were found at 12 percent of stations, increasing trends were found at 3 percent of stations, and the majority of stations (85 percent) showed no statistically significant change in concentration. Decreasing trends in orthophosphate concentrations were found at 11 percent of the stations reported to the EEA in 2005, increasing

[31] www.ospar.org/
[32] CSI 021 - Nutrients in transitional, coastal and marine waters - Assessment published Jan 2009

concentrations were found at 7 percent of the stations, and, in regard to oxidized nitrogen, the majority of stations (82 percent) show no statistically significant change in orthophosphate concentrations.

There has been a decrease in measured concentrations of both phosphorus and nitrogen in Dutch coastal waters since 1991, in line with the reduced loads in the river Rhine. In Denmark, where reductions in discharges began the earliest, there has been a 40 percent reduction in the marine nitrogen load around Danish shores since 1989. Long-standing hot spots for eutrophication remain in some areas like the Mediterranean, for instance, the Venice area in the Adriatic Sea, and the Gulf of Lyon. Others occur in the Baltic Sea, Black Sea, Belt Seas, Kattegat, in the Norwegian fjords and the North Sea's Wadden Sea or the coasts of Brittany in France (Box 6).

Seasonal increases of nitrate levels in offshore areas because of river flow (down to the 100 m isobaths) have been observed in the Bay of Biscay (Loyer *et al*., 2006) and coastal eutrophication can cause explosive blooms of toxic phytoplankton – such as 'red tides' – and changes in the relative amounts of different nutrients can stimulate the growth of toxic or otherwise harmful algae. The toxins can accumulate in shellfish and poison people who eat them (GESAMP, 2001).

Box 6. Increasing occurrence of coastal "green tides" and threats to human health in Brittany, France

The long-observed but increasing phenomenon of green tides on the coasts of Brittany, with massive proliferations of *Ulva lactuca*, stimulated by enriched waters flowing from a very intensively developed agricultural region and concentrating in shallow bays, has reached critical levels with potential dramatic consequences in 2009. The acute toxicity of decomposing algae on beaches has been implicated with sudden death of animal, involving a horse fatality and a human near-lethal case while collecting decaying algae from the beaches. The extremely high concentrations of H_2S, found on the site immediately after the accident (up to 1000 ppm) are considered by the Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques to be able to cause death in few minutes (INERIS, 2009)[33].

In order to secure shellfish consumption, countries of the European continent have long ago developed appropriate surveillance networks and procedures to guarantee the microbiological quality of molluscs through their National Veterinary Institutions, and depuration procedures, which appear to be efficient. Among other threats, a growing incidence of harmful algal blooms is observed around the European coasts, possibly stimulated by the enrichment of coastal waters though river discharge of nutrients in some areas (Dussauze and Menesguen, 2008)[34] with frequent direct effects on shellfish food safety. These blooms concern episodes of Diarrheic Shellfish Poisoning (DSP, mainly associated with *Dinophysis* sp.), Paralytic Shellfish Poisoning (PSP, mostly associated with *Alexandrium* sp.) and Amnesic Shellfish Poisoning (ASP, caused by *Peudonytzschia* sp.). All affect primarily mussels, scallops and clams, or, more rarely, oysters. These events are documented by national and international surveillance and information networks such as the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (International Panel on Harmful Algal Blooms-IPHAB)[35], and the European Initiative on Harmful Algal Blooms (Eurohab; EC, 2002b).

The standardized so-called mouse bioassay procedure validated by the EU and applied in most countries to verify the absence of toxicity has proven to be efficient in identifying most cases of shellfish presenting a potential threat to human health. But it is characterized by the strong inconvenience of identifying a fairly high rate of "false positive" samples killing the mouse but not bearing the toxin (Hess, 2009). This is especially critically damaging in some oyster cultivation basins of the French Atlantic coast (one of the most important European shellfish producing areas), in which, frequent interruptions of harvest and trade are

[33] www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Texte_Rapport_INERIS_DRC-09-108407-10226A_algues-OK_web_cle222817.pdf
[34] www.previmer.org/previsions/production_primaire/modele_eco_mars3d_bretagne
[35] www.ioc-unesco.org/hab

ordered by administrative authorities because of the results of bioassays. This has reached a crisis situation in 2008 and 2009. The need of new chemical assays validated by the EU seems to be dramatically urgent.

Although documented and conclusive evidence is scarce, it is clear that several human practices may contribute to the dissemination of invasive species (including for example microorganisms, aquatic plants or invertebrates). The active transfer of live molluscs at various life stages between European production regions should probably require more attention to biosecurity and transparency. At a different risk scale, the ecological impact of ballast water release from ships should call for more international concern (Masson, 2003), and has led to the establishment of the International Ballast Water Management Convention[36] in 2004. The three billion tonnes of water transported and released annually from one part of the world to another, with an estimated 7 000 living species traveling per day (David and Percovic, 2004), create a major risk of dissemination of invasive, noxious or pathogenic species: bacteria, microalgae, molluscs, worms, crustaceans or even fish (Gollasch *et al.*, 2007).

The contamination of sediments and biota by anthropogenic chemicals such as Persistent Organic Pollutants (POPs) seems to be common in almost all European seas. The average levels of some metals and organic pollutants in the tissues of fish (cod and flounder) caught off Europe's North Eastern Atlantic waters show a very significant decrease during the last 15 years (mercury). Lindane also shows a decrease while the trends for lead, the insecticide DDT (dichlorodiphenyl trichloroethane) and PCBs are less clear (EEA, 2003). High concentrations of dioxins have been reported in the tissues of Baltic fish by the Helsinki Commission (HELCOM, 1996), and it has been shown that the level of contamination by POPs was high in Arctic indigenous populations including in the North Atlantic region (UNEP/GPA, 2006).

Among the recent initiatives aiming to reform the pan-European environment assessment process to improve the quality and availability of information on the environment in the European region, one may cite the EU initiative on the Shared Environment Information System – SEIS)[37], a collaborative action of the European Commission, the European Environmental Agency and member countries (European Commission, 2008d). It provides online information services, modernized environmental reporting (EEA-Countries SOER - State of the Environment Reporting Information System)[38], and the United Nations experience in the preparation of the Marine Assessment of Assessments[39].

5.*1.1.2 Climate change*

The average global temperature has increase by 0.74 °C, and 11 years of the most recent period (1995–2006) rank among the 12 warmest years since 1850 (IPCC, 2007; ICES, 2008b). The global average sea level has risen at an average rate of 1.8 mm per year since 1961, and this rate has nearly doubled since 1993 (3.1 mm/year) as a result of melting glaciers, ice caps and polar ice sheets. The most recent data confirm that the upper layers of the North Atlantic and the Nordic Seas were warmer and more saline in 2008 than the long-term average. The ice cover in the Baltic Sea was the lowest on record. In the Nordic Seas, the shallow winter convection observed in the past two decades persisted into 2008, continuing the warming and the salinity increase of the deep water (Holliday *et al.*, 2009).

Observations from all continents and most oceans show that many natural systems, including aquatic environments are affected by regional climate changes, particularly temperature increases (ICES, 2006, 2008a, 2008b; FAO, 2008; Cochrane *et al.*, 2009). The European region covers an extended geographic area from sub-arctic regions to the Mediterranean, characterized by a variety of climatic situations determined by polar, continental and oceanic influence. The change is very visible in the northern hemisphere where the average area of Arctic ice has shrunk by 2.7 percent per decade since 1978.

---

[36] www.imo.org
[37] www.eea.europa.eu/aboutus/ what/shared-environmental-information-system
[38] www.eionet.europa.eu/seris
[39] www.unga-regular-process.org/

Many lakes have shown moderate to strong warming since the 1960s, and the increased temperature may lead to stronger, earlier and longer stratification of lakes and reservoirs and, with limited or no seasonal turnover, greater deoxygenation (i.e. hypoxia) of bottom layers. Changes in ocean salinity have been observed, mostly increases in the salinity of surface waters in more evaporative regions, but also decreasing salinities in high latitudes because of greater precipitation, higher runoff, melting ice and advection. Although there are no clearly discernable net changes in ocean upwelling patterns, there are indications that their seasonality may be affected (FAO, 2008). A shift in certain crustacean plankton assemblages in European shelf areas has been observed for 40 years, with a northward extension of warmwater species and a decrease in the number of coldwater ones (ICES 2005a; Tasker, 2008) possibly affecting the distribution of some fish species and subsequent catches. The described northward shifts in the distribution of several marine fish species (cod, angler fish, haddock or red mullet) can be possibly attributed to these changes, though complex interactions with other factors cannot be excluded.

There are at present only few documented cases of noticeable impacts of global warming on the European aquaculture of captive species in the recent years, but unlike most terrestrial animals, all aquatic animal species for human consumption are poikilothermic, which means that their body temperatures vary with the ambient temperature. Any changes in habitat temperatures significantly influences metabolism and, hence, growth rate, total production, reproduction seasonality and possibly reproductive efficiency, as well as susceptibility to diseases and toxins (FAO, 2008). Some invertebrate species have been reported to extend progressively to new zones further north after abnormally warm periods, because of natural spontaneous reproduction in areas where these usually do not occur. This is the case of the Pacific cupped oyster (*Crassostrea gigas)*, whose natural recruitment now occurs in all areas of Europe where the species has been introduced for aquaculture purposes.

Extended reproductive periods occur along the Belgian and British coasts, in Dutch and German waters (Smaal *et al*., 2005) and along the Swedish west coast, where *C. gigas* appeared after a series of mild winters in the 1990s and early 2000s (Diedrich *et.al*., 2005; Gollasch *et al.*, 2007). In the Wadden Sea, the abundance of *C. gigas* has increased considerably after 2000, causing the partial disappearance of the intertidal beds of blue mussel (*Mytilus edulis*), and, at the same time, creating new oyster reefs with an approximately equally diverse accompanying fauna. This increase in the Pacific oyster abundance correlates strongly with the occurrence of higher than average water temperatures during July–August in these years, which has improved the settlement success of spat (Nehls *et al.*, 2006; Nehls and Büttger, 2007). The introduced Japanese carpet shell (*Ruditapes philippinarum*) also developed reproducing acclimatized wild stocks now exploited by local commercial fisheries, especially in the Gulf of Morbihan (southern Brittany, France) and South England (Jensen *et al.*, 2004).

Among a combination of many factors (environmental influences, reproduction, stress, genetics and pathogens) high temperatures during the critical period of reproduction cannot be left out as an explanation of the growing mortalities of juvenile oysters, known as “summer mortalities” along the coast of France (Samain and McCombie, 2007). The oceans are also becoming more acidic, with likely negative consequences to many coral reef and calcium-bearing organisms. The uptake of anthropogenic carbon since 1750 has led to the ocean becoming more acidic with a 0.1-unit decrease in pH. Increasing atmospheric CO_2 concentrations lead to further acidification. Projections based on the Special Reports on Emissions Scenarios (SRES) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) estimate a reduction in the average global surface ocean pH of between 0.14 and 0.35 units over the 21st century. While the effects observed are yet undocumented, progressive acidification is expected to have negative impacts on marine shell-forming organisms (Fabry *et al.*, 2008; Doney *et al.*, 2009). Ongoing ocean acidification thus may harm a wide range of marine organisms and the food webs that depend on them, thereby degrading entire marine ecosystems (Cooley and Doney, 2009). Laboratory studies suggest that molluscs, including species that support valuable marine fisheries such as mussels and oysters (Gazeau *et al.*, 2007), and especially their juveniles (Kurihara *et al.*, 2007, 2009), are particularly sensitive to these changes. There is little doubt that the assessed mid- or long-term climate change, during which, temperature is predicted to increase more at higher latitudes than in equatorial areas (Handisyde *et al*., 2006), will strongly affect aquaculture activities in the European continent (Lorentzen and Hanneson, 2006; Lorentzen, 2008).

5.*1.1.3 Environmental impact of aquaculture*

Aquaculture is highly dependent upon water in which the produced species live, breathe, reproduce, grow, and release their metabolic waste. It is thus an active user of water resources with impacts on their quality changes (Bostock *et al*., 2008a). The relatively recent growth of the activity (as compared to other forms of primary production) in areas where the environment has been sometimes severely affected by other anthropogenic activities does create societal questioning about the capacities of the ecosystem to "absorb more". The sector has thus to find its place in the environment being in acute competition with other uses of space and water in order to provide products for which there is a high demand in the surrounding European market as a whole. Like in other regions of the world, all aquatic production in the European region has "naturally" an impact on the environment. Farming procedures all include some sort of intervention in the rearing process to enhance production, such as regular stocking, feeding, protection from predators etc., but substantial differences exist due to the diversity of practices (GESAMP, 2008). Developing farming activities in aquatic ecosystems also implies individual or corporate ownership of the stock being cultivated (IUCN, 2007), like in other forms of agricultural production.

The FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries encourages governments and concerned stakeholders to promote environmental assessment and management of aquaculture (FAO, 1995). In the European Union, the progressive application of the already mentioned European Commission directive on *Community framework for water protection and management* (the Water Framework Directive; European Commission, 2000a) aiming at preventing and reducing water pollution and promoting its sustainable use has had significant effects in reducing the nutrients discharge from aquaculture activities.

Extensive reviews of aquaculture and environment interactions and impacts in the European region have been published, e.g. the ICES working group reports (2002–2009), Black (2001), Fernandes *et al.* (2002), Read and Fernandes (2003), OSPAR (2000b, 2006a, 2006b, 2009b), Telfer, Atkin and Corner (2009). Aquaculture's industry processes are very diverse and its impacts, which require regulation and control, are mostly site-specific, often needing to be focused on a case-by-case basis (OSPAR, 2009b). Among the impacts that require attention, the following are addressed: nutrient enrichment from feeds and effluents with potential but unlikely effects on algal blooms (Yin, Harrison and Black, 2008), release of antifouling agents, chemicals and antibiotics, dependency on industrial catches of wild fish to feed fish in aquaculture, transfer of parasites and diseases, the effects of chemicals and therapeutics on benthos and biodiversity, the spread of invasive species, ecological conflicts with natural populations of birds and mammals, ecological and genetic interaction between escaped farmed fish and wild stocks. According to IUCN (2007), many adverse effects can be managed and minimized though a better understanding of the process, effective siting of production farms and responsible management. In their common work on site selection and site management (IUCN, 2009), IUCN and FEAP identified the social acceptability of aquaculture as one of the main problems for aquaculture development. It is observed that in many cases the opposition from local groups is based on miscommunication between those groups and aquaculture promoters. Therefore, aquaculture site selection should be done based on ecosystem approach principles, which includes, among others, involvement of the stakeholders from the beginning of any project (stakeholders being defined as all kinds of groups that share the use of the same portion of sea/coast; Simard *et al.*, 2008).

Certain aquaculture practices have a beneficial impact on the environment (European Commission, 2009b) in particular, through their influence on the protection of wetlands and coastal zones and their biodiversity in addition to their economic and employment value. Most production schemes provide important local socio-economic advantages through the maintenance of year-round activities in some areas, with significant economic resources and employment sources. Inland aquaculture in ponds and reservoirs in Central and Eastern Europe contributes to a valorization of wetlands with a low input to the environment, as well as to the regulation of water resources with rather limited environmental impacts. Its buffering capacity, through increasing the water residence time with comparatively reduced/low evaporation or seepage water loss, provides interesting opportunities for hydrological management. For example, in Hungary, where pond aquaculture of carp is synergistic with nature conservation and biological water treatment, many pond farms are enrolled in "agricultural environmental protection programs" and some are important nature reserves and recreational facilities (Telfer, Atkin and Corner, 2009).

The global nutrient over-enrichment of oceans – because of all anthropogenic activities – is probably one of the most important worldwide environmental problems (UNEP/GPA, 2006). A moderate enrichment in oligotrophic seas is not always negative, like in some Mediterranean areas, where an increase of some fishery catch has been considered to be linked with increased nutrient release (GESAMP, 2001; Machias *et al.*, 2004), but imbalances in nutrient ratios can cause changes in the entire structure and functioning of an ecosystem. Their impacts tend to be most severe in areas with poor water exchange as illustrated by the situation of the Baltic sea, one of the eutrophic hot spots in the European region.

Both marine finfish and mollusc culture operations generate significant amounts of organic wastes that, in sheltered locations, accumulate on the adjacent seabed. However, considerable differences exist depending on the diversity of species reared, site location and practices applied. Species situated low in the food chain, like shellfish, feed on the natural ecosystem production and thus have a much lower detrimental effect on environmental enrichment (Fernandes *et al.*, 2002). However, the activity does have an impact on the environment (Kaiser, Laing and Burnell., 1998), and the intensification of shellfish culture in some areas has an impact on sediments, which are modified by bio-deposits in intensive culture areas. When considering an expansion of shellfish culture in a given basin, its trophic capacity has to be assessed (Bacher and Black, 2008) in order to plan and regulate exploitation schemes and densities. Farmed mollusc species also reproduce freely and release large amounts of seed which can colonize new coastal areas with reef constructions. Conversely, the intensive farming of species situated high in the food chain, like carnivorous freshwater and marine finfish, commonly practiced in raceways, cages or ponds, involves the supply of high-quality artificial feeds (using scarce fishery products) and release significant amounts of organic and inorganic nutrients, either dissolved or as suspended solids. Subsequently, the search for resource sparing (feeds) and waste reduction and processing is a common issue. These effluents have the potential to contribute to an increase in eutrophication effects. In general, the flux of nutrients from fish farms to coastal waters is small compared to natural fluxes through the advection of coastal waters. River discharge itself has been found to be involved in macrophytes proliferation (Menesguen, Cugier and Leblond, 2006; Dussauze and Menesguen, 2008). But additional coastal impacts from aquaculture farms may add a noticeable impact especially in poor water exchange areas or areas where other anthropogenic discharges are high. Under certain particular circumstances fish farms can contribute to the occurrence of algal blooms although probability for such risks is low (Yin, Harrison and Black, 2008).

Depending upon hydrography, bathymetry, scale and intensity of the production units, the accumulation of suspended solids from cages on sea bottom may influence the density (slight decrease of meiofauna biomass) and diversity (impoverishment of species diversity) of benthic communities in the immediate vicinity of cage production sites (Black and Cromey, 2008). In most cases, the benthic environment recovers when the aquaculture activity stops, after a few months to a few years. The suspended solid accumulation may also potentially affect bottom seaweed cover like *Laminaria* (Petrell, Harrison and Black, 2008). On the other hand, marine fish production structures also have an attractive effect to surrounding fauna because of the local food enrichment and the fish aggregating device effect, which might have positive effects on enhancing the local productivity and, therefore, the fishery stocks. Fish aggregation effects should be considered part of the management of farms (IUCN, 2007), without ignoring both positive (recreational fishing) or negative effects (interbreeding or potential diffusion of diseases).

Innovative technologies may well help achieving a reduction of impact of farming practices, including Recirculating Aquaculture Systems (RAS), which has generated intense active research in Europe (Schneider *et al.*, 2005). This technology allows a very efficient use of the water resources for aquaculture (Verdegem, Bosma and Verreth, 2006). When compared to conventional systems, RAS can, with the same water abstraction rate, support a ten-fold or even higher production (Summerfelt and Vinci, 2004), while the wastewater treatment technology can ensure a very high quality of final effluents. However, this technology still accounts for a very small fraction of Europe's aquaculture production, having its main relevance for freshwater aquaculture in the Netherlands and Denmark. The application of well-managed water reuse technologies to large-scale trout production units in Denmark (Jokumsen, 2004) has demonstrated its capacity to meet new legal requirements, using water recycling facilities and depuration with real success. However, their application appears to be difficult or even impossible in many traditional production sites.

The Netherlands have developed an efficient industry, producing eels and African catfish in biosecure recycled facilities (European Commission, 2005b); other projects with tilapia are developing.

Application to marine waters is more complex and requires an elaborate technology. Most European marine fish hatcheries now apply the recycling technology. Many European fish hatcheries use this technology, and several marine fish species are already being produced in pilot or pre-industrial scale projects such as turbot, seabass, and sole. However, as mentioned by Soto, Aguilar-Manjarrez and Hishamunda. (2008), the main constraint to the introduction of recirculation systems is cost. This is why limited success stories have been achieved by now by companies producing high-value marine fish products or fish whose characteristics allow a very high stocking density (mainly Tilapia or African catfish). However, environmental regulations may stimulate mainstream producers to examine recirculation options more carefully, as in Denmark.

Offshore mariculture is viewed as a potential means of large-scale sustainable fish and shellfish culture with minimal environmental impact. Offshore sites tend to have more stable sea temperatures, better water exchange, less pollution and potential for disease contamination than inshore sites, less user conflicts and less maintenance as the equipment is more robust so as to handle stormy ocean conditions. Although the environmental impacts of offshore mariculture are thought to be very much diminished in comparison to inshore mariculture due to the higher water exchange and better flushing of wastes (Christensen, 2000), there are concerns about biosecurity. Questions remain over the measures to be taken to prevent fish escapes and proliferation of pathogens and invasive alien species (OSPAR, 2009b).

The escapes of cultured “domesticated” stocks should not be considered neutral for the surrounding environment in any agricultural development scheme. This fact is of relevant importance when considering farming species in such complex ecosystems as aquatic environments, where the containment systems are much more vulnerable to incidental escapes than in terrestrial agriculture practices. The contribution of farmed and ranched salmon to national catches in the entire North-East Atlantic Area in 2007 was generally low (less than 2 percent in most countries) and similar to the values reported previously by ICES (Hansen, Jacobsen and Lund, 1999). However, the occurrence of such fish is usually ignored in assessments of the status of national stocks. In Norwegian waters, farmed salmon continue to form a large proportion of the catch in coastal (29 percent in 2007), fjordic (30 percent in 2007) and rod fisheries (9 percent in 2007), and the average proportion of farmed salmon in the spawning stocks in 2007 was 14 percent. The main risk from escaped fish could be caused by displacement of wild fish, loss of production and direct genetic intrusion. The genetic impact of farm escapees on biodiversity, including the ability of wild populations to recover from the introgression of farmed genes, requires further research (Youngson *et al.*, 2001; OSPAR, 2009b). But escapees and spontaneous reproduction of marine fish in cages may also have an incidence on the propagation of “marron” populations with possible interactions with other activities, like the predation of cultivated shellfish by seabream (see Box 7).

The prevention of escapes of aquaculture fish is thus considered a serious constraint in European waters. In Norway and Scotland, reporting of escapes to the government is mandatory and farmers must have contingency plans for escapes. However, standards for containment across salmon growing countries are generally weak. The interest in concerted actions between the salmon industry and conservation organizations is illustrated by the conclusions of the workshop organized by NASCO[40] and the North Atlantic salmon farming industry Liaison Group, as part of the Aquaculture Europe conference held in Trondheim (NASCO, NASFI and EAS, 2005). On this subject, the Norway Fisheries Directorate has promoted a robust approach to regulation of escapes, assessing engineering standards of cage structures and adopting an ambitious objective for a “new vision – no escapees 2008–2009” prolonged for two years and to be evaluated at the end of 2009, assessing the different steps of a voluntary policy to prevent, evaluate, and mitigate escapes (Norwegian Directorate of Fisheries, 2008). This strategic action is of high importance for the future of aquaculture, when considering new marine fish species which reproduce in seawater and can easily interbreed by native wild stocks if escaped from farms. They may also reach sexual maturity during the ongrowing phase and thus naturally spawn in cages and release larvae in the coastal environment. The

[40] North Atlantic Salmon Conservation Organization: www.nasco.int

potential impact of interbreeding and its assessment methodology for cod farming is discussed in Davies, Greathead and Black (2008).

Box 7. Impact of cage culture of seabream and seabass on mussel culture in Maliston bay, Croatia

The Maliston Bay area in Croatia is famous for its tradition in native oyster, *Ostrea edulis* farming (300 years of written documents on culture) and, in the last 50 years, for Mediterranean mussel culture. Although not high in quantity (4 000 tonnes/year), the shellfish culture is important for the region's socio-economy (around 150 small crafts and family-owned farms) and eco-tourism. Twenty years ago, cage culture of seabass and gilthead seabream started in the area and currently 500 tonnes are produced annually in five farms, including two in the nearby Federation of Bosnia and Herzegovina.

Ten years ago these two species, historically present in low abundance, started to propagate in natural waters with a strong increase for gilthead seabream in the last five years. The recruitment in the Neretva delta estuary is stronger every year and the catch in adjacent waters is increasing. Fish feeding on cultured mussels is daily witnessed with a negative impact on shellfish culture, with damages in 2008 estimated at 1 000 tonnes. Although the biggest Croatian insurance company developed a scheme for these damages, the response by traditional farmers is not high.

Reasons for seabream propagation have been documented and discussed in the last years, including reports on escapes, change in the growing process for seabream towards older and larger fish which can reach maturity in cages and spawn and better protection of recruitment and nursery grounds. The fish farms culturing three- and four-year-old gilthead seabream are now functioning as artificial spawning grounds (Glamuzina and Dulčić, 2008).

The continuous growth of gilthead seabream aquaculture, added to changes due to the "warming process" recently observed in the Adriatic sea, with thermophilic species like groupers, bluefish and other sparid species moving northward (Glamuzina and Skaramuca, 1999; Dulčić *et al*., 2005) provides local fisheries with a rich resource, while local shellfish farmers will have to take steps to protect their production with some new technological devices, which are not yet available.

Source: Glamuzina, personal communication, 2010.

The bottleneck of fish feed ingredients

European fish farming originally developed to meet the demand from developed countries, primarily European or North American consumers. Species fished locally and consumed historically are often carnivorous fish, which do represent a large majority of exploitable fish of the oceanic ecosystems. The production of such carnivorous fish in aquaculture requires – due to their physiological and metabolic characteristics - specific feeds that incorporate marine feed ingredients, in which the use of fish meals and fish oils is a necessity to provide the only commercially viable source of dietary essential omega-3 fatty acids. As a consequence, European fish aquaculture is feed-based (Tacon, Hasan and Subasinghe, 2006) compared to other regions and has used large amounts of non-food fish (87 percent) from the world fisheries in 2006. The captures of non-food fish, especially small pelagic species (anchovies, herring, mackerel, sardines, etc.), mainly used for fish meal and fish oil reduction are globally stable since the 1970s, but the share used by aquaculture as feed inputs has considerably increased from 10 percent in 1988 through 33 percent in 1997 to 87 percent in 2006 (Tacon, 2004; Tacon and Metian, 2009), at the expense of the share previously used for chicken, pig and other animal feeds. An article by Naylor *et al.* (2000), based upon 1997 data from the world fishery and estimations of its use by the aquaculture industry raised a lot of questions within both the industry and the scientific community. It appears that the captures for non-food fish will not increase, and the availability of fishmeal and oils, if remaining at the same level, will not allow alone the projected increase of the world aquaculture production. In the meantime, Tacon and Metian (2009) stress that a large part of this resource could be better used for direct human consumption, to maintain the per capita ratio of wild fish in the diet.

Environmental issues have long been a major concern for European scientists, feed manufacturers and operators of the aquaculture sector. Feed costs can represent 40 to 70 percent of the total production costs, depending on the species or system. The European professional sector as a whole is sensitive and concerned with both environmental issues and the availability and rising costs of fishmeal and fish oil, as these ingredients are among the major components supplying essential amino acids, fatty acids and energy, as well as micronutrients. The trends resulting from European R&D in aquaculture nutrition have made much progress through dedicated EU-funded research projects such as PEPPA[41], RAFOA[42] or AQUAMAX[43], as well as national initiatives to achieve less reliance on fishmeal and fish oil and to manufacture high-energy diets, while still ensuring production increase and the quality of products. This evolution, rapidly applied by private feed manufacturing companies, has resulted over the past ten years in a reduction in the crude protein content by about 5 to 10 percent with a concomitant increase in the fat content by about 5 to 10 percent, leading to an overall increase in digestible energy (DE) levels with a decrease in digestible protein to digestible energy (DP/DE) ratios. Over the recent years, there have been considerable improvements in the formulation and utilization of feeds, and the current rates of nitrogen excretion from salmon farms per tonne of fish produced are probably about 30 to 40 percent of those existing in the 1980s. During the last ten years, the share of fishmeal in fish feeds has decreased by almost half or more in many cases and similar efforts are under way to reduce the use of the total fish oil use through phase-feeding practices, using appropriate mixtures of plant oils for a long time, then switching to finishing feeds rich in fish oil to raise the levels of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids to ensure the nutritional value of fish to the consumers. A combined reduction of fishmeal and fish oil is also under way (Kaushik and Hemre, 2008; Bell and Waagbo, 2008). These achievements are environmentally beneficial in two directions:

- They have much lower environmental impacts in terms of nitrogen. Diets with high availability of nutrients have led to a reduction in environmental loads, for instance, in terms of suspended matter, nitrogen and phosphorus, while the quantity of feed production has grown considerably.
- Though the global impact of the production of alternative non-marine proteins will also have to be assessed, the trend in European fish feeds allows a significant reduction of the share of fishmeals and fish oils in formulated diets. As a result even carnivorous species such as salmon can be more efficient than 15 years ago in producing marine proteins (Fish In–Fish Out ratio), when related to the amount of final product compared with the quantity of wild fish carefully processed and used with no losses (Jackson, 2009), with significantly different from the data used in 2000 and 2004 in the evaluation of the aquaculture use of fishery products.

The progress and adaptation from the European R&D sector has been fast, nevertheless, more progress is needed for developing future feeds which will be even more environmentally sustainable to ensure a sustainable growth of the industry.

Environmental Impact Assessment (EIA) in aquaculture

The experience of the last twenty years confirms that a proper and rigorous evaluation of the environmental impact of aquaculture is essential to ensure the preservation of the environment and the sustainability of aquaculture operations and significant works have been conducted in Europe. Guidelines for Environment Impact Assessment (EIA) have been issued with the aim to identify, predict, evaluate and mitigate the biophysical, social, and other relevant effects of development proposals prior to major decisions being taken and commitments made (Senecal *et al*., 1999). Most national authorities of the European region have applied part or all of them with various difficulties and success. FAO (2009c) published a synthesis on the assessment and monitoring of environmental impacts in aquaculture, with four regional reviews, including Europe (Telfer, Atkin and Corner, 2009), as well as one review devoted to salmon aquaculture (Wilson *et al*., 2009). In this latter one, most administrations applying EIA have a perception that regulation does offer

[41] Perspectives of plant protein use in aquaculture: Biological, environmental and socio-economic consequences (QLRT-1999-30068); http://ec.europa.eu/research/agriculture/projects/qlrt_1999_30068_en.htm

[42] Researching alternatives to fish oils in aquaculture (Q5RS-2000-30058); www.rafoa.stir.ac.uk/

[43] Sustainable Aquafeeds to Maximise the Health Benefits of Farmed Fish for Consumers, www.aquamaxip.eu

protection to the environment. The main focus of environmental monitoring and EIA is directed at evaluating the effects of organic waste on the benthic environment, but particular concern is also given to other impacts such as sea louse control, monitoring and curative treatment methods.

The progressive application of the Water Framework Directive (European Commission, 2000a) to all aquatic ecosystems has stimulated more restrictive legislative regulations for aquaculture in EU member countries. This has led to a significant reduction of nutrient levels, suspended solids, and other parameters of water quality in the effluents of intensive fish farming units, with a concomitant reduction in production. These regulations are often considered by aquaculture users as excessively restrictive for aquaculture, when they do not sufficiently take into account the water quality at the abstraction source to determine the limits of the farm discharge. However, in some documented cases, they have facilitated the restoration of river habitats in some areas. One may cite the example of the Scorff salmon river in Brittany (France), where the production of an intensive trout farm (600 tonnes/year in 2000) had a major impact on the river's macrophytic characteristics used as an ecological indicator (Haury *et al.*, 2002; Daniel *et al.*, 2005; Prygiel and Haury, 2006). The production was administratively reduced to 150 tonnes in 2005 to comply with the new regulations. This drastic reduction, combined with the improvement of trout farming practices during the last 15 years, allowed a considerable reduction of the impact on these plant populations (Haury, personal communication and unpublished data).

The release of effluents in river and coastal environments areas where more and more people concentrate creates a general negative attitude against aquaculture development, sometimes often motivated more by increasing conflicts between users (cohabitation in residential or touristic zones, fishery activities, visual alteration, etc.) than the real assessed impact of well-managed sites. However, the effluents from aquaculture, maybe not detrimental alone, might become more harmful when combined with effluents from other activities (IUCN, 2007). The extreme solutions proposed may be to move aquaculture production from sheltered coastal waters to more distant, exposed sites, as being experienced in Turkey (Okumus, 2003) and develop offshore farming, which, in fact, might facilitate an even larger dilution of effluents, or to further develop and promote land-based recirculating systems which have proven to be very efficient for intensive production of freshwater species in the Netherlands. They are however more complex to apply to large scale production of marine fish. Both technologies are currently being developed in Europe and provide some solutions, often at the cost of large capital investments, which may limit their accessibility (development and use) to large companies. Alternatives, such as multitrophic aquaculture, may also help to integrate intensive mariculture more smoothly into coastal zone management schemes.

5.1.2 Aquatic animal health issues and management

5.*1.2.1 Inland aquaculture in Central and Eastern Europe*

As both the production volume and intensity level of this activity decreased in the past years in the region, disease occurrence was not considered a main issue in Central and Eastern European pond aquaculture in 2005 (FAO/NACEE, 2007). The appearance of KHV (Koi Herpes Virus) in Poland and other European countries (Antychowicz *et al.*, 2005; Pokorova *et al.*, 2005; Reschova *et al.*, 2008) was, however, regarded an alarming incident for other carp producing countries, even if no serious losses have been reported to date. KHV was added to the list of reportable diseases by the EU Directive 2006/88/EC.

5.*1.2.2 Salmonid and marine fish farming in Northern Europe*

Northern Europe has seen an impressive development of finfish culture, both in marine and freshwater environments. This could be attained through the development of very important research efforts in interaction with the developing industry. Norway, as the most important aquaculture producer of the European continent, has developed a high-performance system for the monitoring and management of aquaculture health and diseases, the research being conducted by several institutes. The 2008 annual report of the National Veterinary Institute of Norway (2009), stress the fact that the situation has become slightly more complex in the recent years and provide an up-to-date description of different health problems.

In ***salmonids*** (Johansen *et al.*, 2009), the infectious pancreatic necrosis (IPNv) and gill-associated disease continue to account for the largest losses during the freshwater phase of culture while the largest disease-

related losses during the seawater culture of Atlantic salmon are linked to outbreaks of pancreas disease (PD) caused by a salmonid alphavirus. PD was registered in 108 sites in 2008, mainly in western Norway, both in salmon and trout. However, lower losses were observed compared to the previous years. The Norwegian Food Health Authority has introduced a control plan for PD and the industry has united in an action plan against the disease. PD is also the cause of significant losses in farmed Atlantic salmon in Ireland and Scotland. Following sea transfer, significant losses to IPN continue to be registered in Norway. In Scotland, the use of transfer diets containing immune enhancers and the selection of an IPN-resistant broodstock has reduced losses, but the disease remains a serious cause of economic loss (Roberts and Pearson, 2005). Other studies provide evidence that clinical outbreaks of IPN in farmed Atlantic salmon may cause localized small increases in the prevalence of IPNv in wild marine fish, such as flounder and saithe (Wallace *et al.,* 2008). Heart and Skeletal Muscle Inflammation (HSMI), resulting in histopathological changes in the heart and skeletal musculature of salmon is also responsible for some important losses in marine culture. HSMI was first diagnosed in 1999 and the number of outbreaks increased dramatically until 2007, spreading to new areas. The causing agent remains unknown, although infection trials indicate that a viral agent may be involved. Infectious Salmon Anaemia (ISA), first discovered in Norway in 1984, was later found between 1996 and 2001 in eastern Canada, Scotland, Chile, Faroe Islands and the United States of America. It caused problems in some areas of the Norwegian coast in 2008, and measures including vaccination have been introduced to control the disease. In the meantime, ISA has been found in a fifth infected site in the south-west Shetlands in Scotland. A unique isolate of Viral Haemorrhagic Septicaemia (VHSv), reported for the first time in Norway in rainbow trout in 2007, has now been detected in several farms within the same fjord system. This isolate belongs to a genotype which was previously only known to cause disease in marine fish (Skall *et al.,* 2005).

The Proliferative Gill Inflammation (PGI), one of the many different types of gill problems that result in considerable losses, was diagnosed in sea-farmed salmon in Norway in the 1980s and is considered to be an increasing problem in 2008. It also affects farmed salmon in Scotland and Ireland. The detection of bacterial kidney disease (BKD) caused by *Renibacterium salmoninarum* in an isolated broodstock farm and a slight but marked increase in the number of registered infections caused by *Yersinia ruckeri* in salmon and *Flavobacterium psychrophilum* in rainbow trout have been observed in Norway. The Cardiomyopathy Syndrome- (CMS-) associated mortality affected a significant number of sites in 2008. The disease primarily affects large salmon in the second year of sea culture, with important economic consequences. The transmissible nature of CMS was demonstrated in laboratory trials, and a viral aetiology is suspected, though not confirmed.

Salmon louse infestation is a main fish health problem in Norway, Ireland and Scotland. The salmon louse (*Lepeoptherus salmonis*) situation indicates its increasing resistance to various therapeutic treatments and is considered the factor of most concern for the future in Norway, with potential negative consequences for both wild and farmed fish. Salmon louse control should be based on a broad range of methodologies and optimization of existing treatments, as well as the development of new control strategies. The research includes the identification of new active substances, synergy effects and immune stimulation.

A significant number of cases of new diseases of unknown aetiology that were registered towards the end of 2008 in seawater-reared salmon are currently being described and the causes investigated (Johansen *et al.,* 2009).

In ***marine species***, cod farming has experienced mortalities caused by *vibriosis* and atypical *furunculosis*, which can both be managed by the use of vaccines, but *francisellosis* (included into List III, caused by *Francisella* sp.*)* is currently considered the most important disease problem in Norwegian cod farming (Hellberg *et al.,* 2009). This chronic disease leads to an increased mortality, as well as reduced growth and downgrading of harvested fish. No effective vaccine exists and curative antibiotic treatments remain partially unsuccessful. Losses caused by viral diseases do not appear to be a major concern in cod farming at present. Viral Nervous Necrosis (VNN), caused by one genotype of a nodavirus, BFNNV, continues to be registered (with isolated cases also in halibut) but is not considered a significant problem in ongrowing fish. IPNv has not been found to cause problems in cultured cod. Cod is suspected of possibly being a carrier of VHSv,

(notifying disease on List 2 in accordance with the EU Directive 2006/88/EC), which justifies a very careful observation, but no trace of the virus has been observed.

5.1.2.3 Southern European and Mediterranean fish culture

The **freshwater trout culture** production has been significantly reduced in order to meet the concerning environmental regulations. The virus situation (VHS, IHN, IPN) continues to be closely observed by reference laboratories and real successes have been achieved by eradicating VHS and IHN in some areas with adequate sanitary management (e.g. Brittany and Aquitaine, France). It is to note that VHS virus has been found on elvers (Castric *et al.*, 2005).

Real difficulties are encountered in some areas with *Proliferative Kidney Disease* and *Flavobacteriosis*, which now affect fish of large size. The emerging problems reported concern the occurrence of a new serotype of *Yersinia ruckerii* for which pre-existing commercial vaccines confer no or a mild protection, explaining pitfalls in vaccination programs. Red rash and strawberry disease syndromes of unknown etiology are a concern for market size fish.

The production of marine fish shows some interesting signs of evolution towards more elaborate sanitary management practices. *Vibriosis and Pasteurellosis* remain the most frequent diseases observed in Mediterranean aquaculture, but immersion vaccination of seabass and seabream fry against those diseases is now systematic in most countries. The practice of boost injections with aqueous or adjuved vaccines in pre-growth sites is becoming more frequent and seems to have played an important role in regression of *Vibriosis*, and to a lesser level, *Pasteurellosis*. It is to be noted that Pasteurellosis has been observed in wild species of marine fish along the south-west Atlantic coast of France in 2008. *Vibrio alginolyticus* isolates have been already reported as pathogenic for seabass and seabream at larval stages (Balebona *et al.*, 1998). But for the last two years, an increasing incidence of Vibriosis involving *V. alginolyticus and V. vulnificus* isolates affecting all stages of production from larvae to adult fish are reported, requiring either hygiene in live feed production or implementation of autologous vaccines to reduce their impact (Padros, Le Breton and Sourd, 2009). *Edwardsiella tarda* represents a threat for European turbot culture. No effective vaccines are available and antibacterial treatments remain often unsuccessful due to the frequent occurrence of antibiotic resistances.

Gill Monogenean infestations and *Myxosporidia* can represent a serious problem for ongrowing units. The lack of registered efficient medicines, especially against parasites, led producers to adopt more elaborate sanitary management practices for reducing the impact of those pathogens. *Amoeba* infections have been described on seabream, involving the same parasite *Neoparamoeba perurans* reported in Tasmania and other countries for salmon (Le Breton *et al.*, 2009). The *Red mark syndrom*, similar to the trout's "Strawberry disease" with a suspected *Rickettsia* aetiology has also been observed in seabream and represent a growing concern (Le Breton, personal communication, 2009).

Viral nervous encephalopathy caused by one genotype of Nodavirus, RGNNV, on seabass represents the main viral disease reported in Mediterranean aquaculture, still its first spread dates back to autumn 1996. Its incidence seems to have increased again during the past two year, especially during the autumn of 2009. Strict health management procedures allow avoiding the occurrence of this vertically transmitted disease in the hatchery. Unfortunately, no commercial vaccine is available so far, even if research has led some pharmaceutical companies to a vaccine already under testing. One may note the preoccupying first reporting of the *Striped Jack Nodavirus genotype*, SJNNV, for the first time in Europe, affecting seabream larvae and *Solea solea* in Spain (Le Breton, personal communication, 2009). This genotype had been previously reported only in Japan (Thiéry *et al.*, 2004).

The marine fish culture sector in southern Europe is experiencing significant changes, which may have some influence on the fish health status and management in the area. A tendency to consolidate the production of seabass and seabream with an increasing role of large groups of producers is observed, especially in Greece, Spain and Italy, some of them investing in several countries. Large projects started aquaculture production in Maghreb, Egypt and the Arabic peninsula as well. As a consequence, this may increase the move and transfers of live fish. Most hatcheries start to issue health certification on their fry for the most common

diseases, on top of legal requirements. The activity also shows an increasing segmentation of functions, with the development of on-land pre-growth sites, which provides interesting advantages for a better sanitary management of stocks (larger fry or fingerlings, graded groups, vaccinated and certified). The adaptation of the Norwegian well-boat technique will open new possibilities, but should be observed regarding disease dissemination over longer distances.

As a general concluding remark, experience has shown that a strong focus on general hygienic principles as fallowing, separate generations, restricted transportation, synchronized treatment and fish health control is important in controlling infectious diseases. A recent example is the control of ISA on the Faeroe Islands. For this type of approach to be effective, extensive cooperation within the fish farming industry is required. One may also note that national initiatives taken fish farming associations in connection with national services and veterinarian expertise begin to appear in Western Europe, led to publications of *Guidelines for good health management practices in aquaculture* established by CIPA-FFA (2004).

5.1.2.4 Ornamentals

The health status of ornamental fish is a growing concern. It can be noticed that this sector of activity has been included in the new EU Directive 2006/88/EC. If ornamental fish are kept in a system in contact with open water, the general provisions of the Directive apply to them. If they are kept in a system where water is not in a direct contact with environmental water, specific provisions regarding their importation and their transport will apply. Recently, the Swedish Animal Welfare Agency has granted a health survey of aquarium fish in pet-shops, showing that the most frequent pathologies relate to parasitic infestation and bacterial infections (Hongslo and Jansson, 2009). The uncontrolled circulation of ornamental fish represents an animal health issue with the introduction of new pathogens in Europe which can affect the local ornamental fish industry, with increasing hazards to the aquaculture sector. An incidence of a new strain of *Flavobacterium* in France has been in the past related to aquarium fish (Glaser, Angulo and Rooney, 1994). The frequent occurrence of multiresistant bacterial strains in relation with uncontrolled antibacterial treatments creates a risk in terms of animal and human health. The presence of zoonotic diseases such as *Mycobacterium marinum*, with some human contamination with ornamental fish documented in the past (Noga, 1992) reinforces this human health issue and justifies veterinary surveys of the commercial activity (Hongslo and Jansson, 2009).

5*.1.2.5 Shellfish culture*

The Pacific cupped oyster (*Crassostrea gigas*) production on the French coasts has experienced periodic mass mortalities during the summer months for at least 20 years (Renault *et al.*, 1994; Goulletquer *et al.*, 1998; Soletchnik *et al*., 2007). Such summer mortality “syndromes” have been reported in most Pacific oyster-producing countries, such as Japan, the United States of America and Australia. In France (which provided 87 percent of total cupped oyster production in Europe) this phenomenon has been increasing over the last ten years, and was studied during a multidisciplinary project known as “MOREST” between 2001 and 2006. This project showed complex interactions between environmental factors, oysters and pathogens, including a herpes virus and different species of bacteria belonging to the genus *Vibrio* (Samain and McCombie, 2007). In the summers of 2008 and 2009, very high mortalities (40 to 80 percent) of juveniles were reported. A herpes virus and *Vibrio* (*Vibrio aesturianus* and *V. splendidus*) were found to be associated with the mortality events. To evaluate the presence of infectious agents, quantitative PCR (Polymerase Chain Reaction) diagnostics have been developed. Further investigations are in process to improve knowledge on host/pathogen interactions with the objective of providing epidemiological recommendations that would limit the impact of pathogen infection on the oyster industry.

Bonamia ostreae, a common parasite in Southern Europe, was detected for the first time in 2008 in *Ostrea edulis* in southern Norway. The country had been declared free of the disease from 2004. A control zone has been established to limit the spreading.

5*.1.2.6. Fish welfare*

As stressed by Wolffrom and Lopes Dos Santos (2004), the welfare of fish compared to welfare of other, land-farmed animals has not been traditionally an important topic to consumers, producers and legislators.

Past research projects and legislation directed towards animal welfare hardly ever took fish into consideration. The Treaty of Amsterdam[44] was the first document concerned about the welfare of fish. However, an increased concern for the welfare of fish in general and in aquaculture in particular can be noticed in recent years, with initiatives promoted or taken by the World Organisation for Animal Health (OIE), the Council of Europe or the European Food Safety Authority (EFSA). Husbandry practices in aquaculture have the potential to impact on the welfare of cultured fish including: handling, inappropriate stocking density, confinement, transportation, water quality deterioration, social interaction, light regime, slaughter (EIFAC, 2008a). Fish welfare is identified as an important issue of common concern to European consumers, policy-makers and producers for both future acceptance of aquaculture products and ethical reasons summarized in a series of initiatives, communications and documents cited by PROFET Policy[45]. This includes advice from the European Food Safety Authority to the European Commision (EFSA, 2004) and a specific workshop in 2006, on "Animal Welfare in Europe: achievements and future perspectives" (CoE, EU and OIE, 2006) organized by the Animal Welfare Unit of the Council of Europe (DG I - Legal Affairs), in cooperation with the European Commission's Health and Consumer Protection Directorate (DG SANCO), the Technical Assistance Information Exchange Unit of the Directorate-General on Enlargement (DG ENLARGEMENT/TAIEX) and with the support of the World Organisation for Animal Health (OIE)[46]. The important need for research to learn more about how environmental factors (e.g. light, temperature, oxygen levels, currents), as well as rearing structures and husbandry, affect fish welfare, justified a significant effort of research by the European Union in the different research framework programs, including the projects FASTFISH[47], AQUAFIRST[48], FINEFISH[49], WELLFISH[50], WEALTH[51].

Fish welfare was the central theme of the 2007 Aquanor-EAS Forum, with interesting exchanges between research and aquaculture producers on welfare issues at various stages of the rearing cycle and production techniques (Lane, 2007). There is a need to develop additional criteria allowing quantifying stress, even if some basic tools, such as fin integrity, feed intake, survival and growth, appear to provide fair indications. Fish containment systems can be improved through multidisciplinary approaches where biological, operational and technical requirements for design are equally important. They resulted, for instance, in a new cage design to maintain an adequate swimming volume for fish, as well as new features of submersible cages, where fish can swim faster and adapt to being submerged. A pertinent choice of sites, sizing and placing of cages is necessary, together with elaborate husbandry practices, which are of importance to ensure good fish welfare. Fish welfare can also be improved in optimizing handling operations, like transport (modification of the EU regulation on animal transport to apply for fish) or slaughtering. A new legislation known as "Slaughterhouse Act" has been issued in Norway in 2007 (Johansen *et al.*, 2009). The use of CO_2 as a sedative will be totally banned in 2010, though a number of slaughterhouses have already stopped its use. Percussive stunning, changes in logistics and new achievements have been developed, including rheotactic and optometry responses, in order to slaughter salmon at a rested state, which results in a higher product quality and shelf-life because of the fact that an extremely long pre-rigor time can be achieved. In Scotland, mainland harvest stations with full control of the environment prior to slaughter have been developed with success, allowing, in the meantime, the optimization of flesh quality with a longer shelf-life.

5.1.2.7 Therapeutical and drug use

It is recognized that a major route of transmission of resistant microorganisms from animals to humans is through the food chain (Serrano, 2005). At all intensive systems, which represent the major share of fish

[44] www.eurotreaties.com/amsterdamtext.html
[45] www.profetpolicy.info/content/view/57/121/
[46] www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_co-operation/biological_safety,_use_of_animals/Seminar/Default.asp
[47] FASTFISH: On farm assessment of stress level in farmed fish; Fp6 (N°22270); http://fastfish.imr.no/
[48] AQUAFIRST: Combined genetic & functional genoma approach for stress and disease resistance marker in assisted selection of fish and shellfish; http://aquafirst.vitamib.com
[49] FINEFISH: Improving sustainability of European aquaculture by control of malformations; www.feap-info/finefish/default_en.asp
[50] WELLFISH: Welfare of fish in European aquaculture; Cost 867; www.fishwelfare.com
[51] WEALTH: Welfare and Health in sustainable aquaculture, Fp6(N°501984); http/ec.europa.eu/research/fp6/ssp/wealth_en.htm

aquaculture production in western Europe, disease threats are always present and new diseases or transfer of diseases known in other species to new candidates may appear and develop. Among these, bacterial infections can require the use of curative treatments using antibiotics, but these have also been used sometimes as prophylactic agents.

The example of the European aquaculture management of bacterial septicaemic diseases shows a responsible evolution of the use of therapeutic substances. Norway and Scotland require yearly reporting of the antibiotics used and the quantity applied. The available data confirm that the trend in Europe during the past decade has been towards a reduction in the quantity of antibiotics used in salmon aquaculture (Burridge *et al.*, 2008). The sales figures of antimicrobial drugs for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Norwegian aquaculture increased during the early development of salmon culture, mainly to face the coldwater *Vibrio* outbreaks. Their consumption was high, although varying, in the period 1981–1994. Since then, their use in these species has been negligible, in spite of the huge increase in the biomass of the fish produced. This is mainly due to the introduction of efficient vaccines against the major bacterial diseases in these fish species. Also, the selection of fish farm locations with good water exchange rates, as well as a general improvement of the hygiene, with separate generations and fallowing, is thought to have contributed to the favourable health status of farmed salmonids in Norwegian aquaculture (Grave *et al.*, 2008). It can be noted that, in the meantime, the antibiotic consumption, historically non negligible in the freshwater trout production of other European countries, has also decreased, but much more slowly, mainly because of stricter regulations imposed by EU directives and national policies, and the increase of the application of certification procedures and organic labels in the distribution sector.

In Norway, the period 2000–2005 saw a minor increase in antimicrobial drug use, either expressed in terms of the amount of active substance prescribed, numbers of prescriptions issued or as the calculated biomass of fish treated with antimicrobial drugs. The major part of this increase was due to their increased use in Atlantic cod (*Gadus morhua),* correlated to the biomass of the farm-produced cod. The number of prescriptions relative to the biomass of the cod produced declined from 2002 to 2005 due to the introduction of more efficient vaccines after 2003. However, a considerable increase in the number of antimicrobial drug prescriptions issued for cod classified as fry (i.e. prior to vaccination by injection) was observed, especially in the period 2004–2005. Grave *et al.* (2008) conclude that if the production of farmed Atlantic cod were to increase strongly in the future and the antimicrobial drug usage in cod increases to the same extent as currently, this may pose a risk factor regarding the development of antimicrobial drug resistance in Norwegian cod farming.

Concerning infestations by sea lice, although a number of products appear to be available to veterinarians and salmon farmers to combat them, only a few are prescribed. Only one compound, the in-feed therapeutant emamectin benzoate (EB), is used in all jurisdictions. Cypermethrin, a pyrethroid pesticide, is applied as a bath treatment in Norway and the United Kingdom. The use of the organophosphate azamethiphos teflubenzuron (inhibitor of chitin synthesis) has ended.

The development of resistance in lice is known to occur against organophosphate pesticides. Teflubenzuron apparently is no longer produced as an anti-louse treatment. Interestingly, hydrogen peroxide, which has been considered a rather poor product for sea louse control, is used in Scotland and has recently been applied in Chile. Hydrogen peroxide is considered the most “environmentally friendly” product so its use may be encouraged. In their review of EIA in salmon aquaculture, Wilson *et al.* (2009) recognize that sea lice are a threat to wild populations and compulsory delousing should be implemented in all jurisdictions, following examples from Norway, which for many years has lead the way on sea louse monitoring and compulsory treatment trigger levels. In other countries, e.g. Scotland, this issue is now being taken more seriously. Ireland and Canada also have regulations on louse burdens. They strongly encourage basin-scale cooperation between farmers and wild fish interests regarding synchronous stocking and treatment to minimize medicine use.

5.1.3 Use of exotic species

Although native species represent the major share of aquaculture production in the European zone, introduced species account for a non-negligible part. The main examples of such introduced species that

have allowed the development of significant commercial production, include a number of fish: rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)* and other North American salmonid species, Asian cyprinids, such as grass carp (*Ctenopharyngodon idella),* silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix)* and bighead carp (*Aristichthys nobilis),* Siberian or American sturgeons (*Acipenser baeri, Acipenser transmontaneus*), tilapia (*Oreochromis* sp.) and African catfish *(Clarias gariepinus*). Grass carp has been stocked in traditional fish ponds in Europe (the Federal Republic of Germany, the Czech Republic, Hungary) for many years, but the changing priorities of the public are leading to some conflicts, with strong pressure on fish farmers to cease stocking this alien species, and to make the fish ponds more "natural". This is despite the fact that grass carp help to reduce the excessive growth of aquatic macrophytes (Hambrey, Edwards and Belton, 2008).

Shellfish introductions concern the Japanese carpet shell or Manila clam (*Ruditapes philippinarum)* and, the Pacific cupped oyster (*Crassostrea gigas)* introduced as a rescue measure to the industry when the Portuguese oyster (*Crassostrea angulata*) stocks collapsed due to disease (Grizel and Heral, 1991). An extensive review of all species introduced intentionally or accidentally to North Atlantic waters has been published by ICES (Gollasch *et al.,* 2007). The report gives some examples of accidental fish introductions and notes that there is an apparent increase in the number of fishes being tried as "new" aquaculture species.

In the context of applying and promoting existing non-binding agreements, especially the voluntary FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries (FAO, 1995 – CCRF Article 9 on Aquaculture Development), ICES has been confronted early with the risks of species introductions for aquaculture purposes, and has been updating progressively the ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms (ICES, 2005b). This document gives recommended procedures and practices to reduce the risks of detrimental effects from the intentional introduction and transfer of marine (including brackishwater) organisms. Several initiatives have been conducted about this subject by NGOs and intergovernmental organizations including IUCN, with practical recommendations (Hewitt, Campbell and Gollasch., 2006). Recently, the European Commission issued a Council Regulation concerning use of alien and locally absent species in aquaculture (European Commission, 2007c). This text is based upon a permitting system governing marine and freshwater aquaculture practices that involve (i) the use of non-indigenous species in the European Union or (ii) the movement and transfer of species from their native range in the EU to areas where they do not occur. It is to note that this regulation does not apply to the following species, which have been transferred for a long time, except if Member States wish to take measures to restrict the use of the species concerned in their territory: rainbow trout, brook trout (*Salvelinus fontinalis*), common carp, grass carp, silver carp, bighead carp, Pacific cupped oyster, Japanese carpet shell, largemouth bass (*Micropterus salmoides)* and Arctic charr (*Salvelinus alpinus).*

5.1.4 Integrated multitrophic aquaculture

Aquaculture's main challenge today is to increase its production capacity without exceeding the ecosystem's assimilative capacity. Based on the current understanding of the relationship between aquaculture and its sustainability, the development of Integrated Multitrophic Aquaculture (IMTA) systems represents a crucial opportunity (Hussenot, 2003; Neori *et al.*, 1998, 2004; Soto, Aguilar-Manjarrez and Hishamunda 2008). The process globally combines the cultivation of artificially fed aquaculture species (e.g. finfish/shrimp) with organic-extractive aquaculture species (e.g. shellfish/herbivorous fishes) and inorganic-extractive aquaculture species (e.g. seaweed) to create balanced systems for environmental sustainability (biomitigation), economic stability (product diversification and risk reduction) and social acceptability (better management practices). It intends to obtain added value on feed investments with alternative crops based on wastes from aquaculture systems. IMTA components may include species of finfish, shellfish and seaweed in various land-based and sea-based aquaculture systems, such as recirculating systems, aerated microbial reuse systems, linking intensive with semi-intensive aquaculture or integration of cage and pond culture, and may provide interesting opportunities (Costa-Pierce, 2008) and attempts to build an ecosystem approach for aquaculture process (Soto, Aguilar-Manjarrez and Hishamunda, 2008; Hambrey, Edwards and Belton, 2008).

Today, only few countries (Canada, Chile, Ireland, Japan, the Republic of South Africa, Scotland, the United States of America) have experience in marine IMTA subsystems at a commercial or near-commercial scale (Ridler *et al.*, 2007). Hambrey, Edwards and Belton. (2008) recognize that there is no integration today in

industrial aquaculture, characterized by the sole use of formulated pelleted feed fed to a single target organism raised in monoculture. However, a few attempts for integration have been developed relatively recently which incorporate some of the principles of traditional aquaculture in an attempt to reduce adverse environmental impact. Major findings were observed in Eastern Canada when associating salmon farming with *Gracilaria* or *Laminaria* culture and shellfish to improve water quality (Martinez and Buschmann, 1996; Kautsky and Folke, 1991; Troell, Kautsky and Folke, 1999; Chopin and Bastarache, 2002; Cross, 2004). But many genera of particular interest in marine temperate waters of Europe have been identified because of their established husbandry practices, habitat appropriateness, biomitigation ability and economic value. They include a large variety of seaweeds, which are crucial elements for sound ecosystem management (*Laminaria*, *Saccharina*, *Sacchoriza*, *Undaria*, *Alaria*, *Ecklonia*, *Lessonia*, *Durvillaea*, *Macrocystis*, *Gigartina*, *Sarcothalia*, *Chondracanthus*, *Callophyllis*, *Gracilaria*, *Gracilariopsis*, *Porphyra*, *Chondrus*, *Palmaria*, *Asparagopsis* and *Ulva*). But they also include different species of polychaetes (*Nereis*, *Arenicola*, *Glycera* and *Sabella*), echinoderms (*Strongylocentrotus*, *Paracentrotus*, *Psammechinus*, *Loxechinus*, *Cucumaria*, *Holothuria*, *Stichopus*, *Parastichopus*, *Apostichopus* and *Athyonidium)*, filtrating or grazing molluscs (*Haliotis*, *Crassostrea*, *Pecten*, *Argopecten*, *Placopecten*, *Mytilus*, *Choromytilus* and *Tapes*), crustaceans (shrimps and *Homarus*) and fish (*Salmo*, *Oncorhynchus*, *Scophthalmus*, *Dicentrarchus*, *Gadus*, *Anoplopoma*, *Hippoglossus*, *Melanogrammus*, *Paralichthys*, *Pseudopleuronectes* and *Mugil).*

At the commercial scale for marine finfish, there is some general progress toward an ecosystem approach. For salmon and other marine finfish, analyses of practices in the selected major aquaculture farming countries show good progress towards an EAA for salmon in Canada and some progress in the United Kingdom and Norway (Costa-Pierce, 2008). In Southern Europe and the Mediterranean basin, Portugal, Spain, France, Turkey and Israel have ongoing research projects related to the development of IMTA, and Norway has undertaken some groundwork toward the development of IMTA. The obtained results concern, in particular, the association of outdoor phytoplankton culture in a marine fish-phytoplankton-bivalve integrated system (Lefebvre *et al.*, 2004) of seaweed culture with marine fish production in Turkey. This is viewed as a possible solution to comply with environmental legislative guidelines, standards, and controls, where recent regulations have forced the relocation of coastal finfish farms either onto land or offshore, affecting the fourth largest marine fish producer in Europe (Okumus, 2007; Turan, 2009). Several other approaches are on process within the SEACASE project[52].

The IMTA concept focuses on long-term approaches. There is a need to demonstrate and establish the economic and environmental value of IMTA systems and their products in the European region in order for them to be incorporated in inland or coastal zone management schemes to contribute to building alternative or complementary sustainable aquaculture industries. Taking all these factors into account, IMTA systems can be environmentally responsible, profitable and can provide sources of employment in inland or coastal regions for producers in any country who develop and operate them properly, especially in circumstances when regulatory authorities, industry, academia, communities and environmental non-governmental organizations work in consultation with each other.

5.1.5 Conflicts with other users and potential synergies

As aquaculture develops its activities in areas where increasing concentrations of population and competing economic activities struggle for space and the same limited resources (land, water, etc.), conflicts are frequent and represent a severe bottleneck for the further development and even for maintaining the existing production. These conflicts may be very critical where aquaculture farms may affect the quality of water used for human consumption. Aquaculture producers may face multidirectional conflicts for the access to good-quality water in areas where other activities (agriculture, industry, urban development) hamper the quality of water or extensively use it (e.g. irrigation).

However, in Europe, one of the most acute conflicts today is for the use of rural or coastal marine sites, especially where, in many areas, the disappearance of traditional economic activities makes tourism or nature conservation the most important resource. Interactions between aquaculture and the preservation of the

[52]Sustainable Extensive and Semi-extensive Coastal Aquaculture in Southern Europe; www.seacase.org

sustainability of natural resources, such as migratory birds, may create acute conflicts (Kindermann, 2008; EIFAC, 2008b). In the Netherlands, shellfish farming and bird protection came into confrontation with regard to intertidal fishery for mussel seed. Under the new Dutch shellfish policy, which is operational since 2004, fishery on intertidal mussel beds is practically abandoned (Anonymus, 2004). Fishing is possible under specific conditions: there should be more than 2000 ha intertidal mussel bed area, with a considerable area with new spat; permits remain possible for experimental fishery.

In their common work on site selection and site management (IUCN, 2009), IUCN and FEAP identified that the social acceptability of aquaculture is one of the main problems for aquaculture development. It is observed that in many cases the opposition from local groups is based on miscommunication between those groups and aquaculture promoters. Therefore, aquaculture site selection should be based on ecosystem approach principles, which include, among others, involvement of the stakeholders from the beginning of any project (stakeholders being defined as all kinds of groups that share the use of the same portion of sea/coast (Simard, Ojeda and Haroun, 2008).

Commercial fisheries and aquaculture have complementary functions, usage conflicts between both activities may exist in some areas. They may be due to the loss of fishing grounds that become inaccessible because of aquaculture permits (increasing surfaces in the case of offshore aquaculture) or withdrawal of immature fish towards aquaculture fattening, illustrated by the evolution of the Mediterranean tuna fishery for Northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) and its effects on the stocks. These conflicts of interest may as well exist in the competition for market between closely related products, for which, aquaculture breaks the scarcity once associated with extremely high prices. These conflicts may even get worse in case of development of diseases in coastal areas, where both the farmed and wild stocks may be involved in disease dissemination.

In the meantime, only rare synergies between both resource exploitation modes have been experienced today, though there are many common interest schemes to explore. This may appear of interest in the future when considering the impressive technology improvements made for seed production of marine species, and the changes of use, which may occur in coastal zone management schemes. This possibly includes multi-activity artificial reef development (Costa-Pierce, 2008) and stock enhancement and sea-ranching attempts (Blaxter, 2000). Though between 1987 and 2004 64 countries in the world reported the stocking of species that spend a part of their life in marine and coastal areas (Born, Immink and Bartley, 2004), marine ranching assessment possibilities remain scarce in the European region for other species than Salmonidae (salmon, trout, *Coregonus* sp.) or Acipenseridae (mostly in the Russian Federation). An extensive review of this subject is provided in Bartley and Leber (2004), which includes a synthesis of the results of the Norwegian integrated program for marine stocking considering Atlantic salmon, cod, European lobster and Arctic charr releases (Svaasand *et al.*, 2004).

5.1.6 Perception of the environmental performance of the sector

Significant advances have been made over the last decade on actions aiming at environmental preservation and restoration of aquatic ecosystems, a necessary component of sustainable aquaculture. European and national directives and regulations, applied to aquaculture water have contributed to the reduction of the nutrient, chemical or therapeutical release by farming operations, thereby helping to stabilize or recover some badly affected environments. Progress has been made in the common definition of new guidelines between different interest groups (IUCN, 2007; European Commission, 2008b) for best environmental practice. Over the last decade, the combination of legislation (at European and national level), technological innovation (water and discharge treatment), husbandry, and management practices used to increase productivity at production sites have all contributed to an overall significant increase in the environmental performance of the sector. This includes the use of more eco-friendly feeds, pharmaceuticals or detergents, as well as a better management of escapes.

The efforts made by the production sector are indeed significant, but the average European citizen, keen to consume healthier seafood, is not aware of these and has a somewhat *a priori* negative image of aquaculture, often due to ignorance or lack of access to information. Given this, the frequent opposition to the development of new production sites will probably not decrease and efforts to explain the significance of a local production of certified high-quality seafood, within the European markets, will be of highest

importance. These efforts should be done both by producer organizations and distribution channels, but also by national and European institutions, in connection with all other stakeholders. In view of the observed stagnation of the development of aquaculture production in Europe – with the exception of salmon and seabass/seabream production – compared with other regions of the world, an analysis of the competitiveness of European aquaculture and its positive and negative factors has been prepared (Ernst & Young *et al.*, 2008a). It concludes that, among other weaknesses, the number and complexity of regulatory constraints is a serious issue. There are important regional differences in application of regulations by the states, even within European Union Member States, with a segmentation of competences between different administrations in several states. Telfer, Atkin and Corner (2009) identified low efficiency in implementing EIA and environmental monitoring in aquaculture and applying adequate relevant policies. The difficulty and time required to obtain licenses, the common complexity and poor efficiency of many national administrative bodies, are considered the main obstacles and the process should be simplified.

Recently, the European Commission redefined its strategy for marine and maritime research (European Commission, 2008a), the European Parliament published an evaluation of the aquaculture strategy issued in 2002 (Lane, Hough and Bostock., 2009), and the European Commission indicated new directions to give new impetus to the sustainable development of European aquaculture (European Commission, 2009b). This recent document recognizes that stringent EU rules, particularly on environmental protection, may generate competitive constraints vis-à-vis competitors in other continents. The access to space and licensing are considered key issues, and reducing the administrative burden, especially for small and medium enterprises (SMEs), appears essential to promote development, without affecting the absolute need of preserving the environment. The framework of the new EU Maritime Policy intends to promote the development of maritime spatial planning and integrated coastal zone management, in which the strategic importance of sustainable aquaculture should be fully recognized, as identified in the framework of the EU. Member States are invited to support proactive public information initiatives by the aquaculture industry, in particular, using the possibilities available in the European Fisheries Fund. Similar ‘reviews’ of the sector, with convergent conclusions have also been made at a national level in Europe, for example in France (Tanguy, Ferlin and Suche, 2008).

Conditions for a new impulse to a sustainable development of European aquaculture, tightly linked with the preservation of the aquatic environment, will have to be implemented and successfully communicated to consumers, if Europe wants – at least – to maintain its contribution to the European market, in the context of severe competition with imports from regions that are not always constrained by such comprehensive environmental legislation.

5.2 Salient issues and success stories

A considerable amount of knowledge resulted from EU-funded research. Its application by private operators, as well as specific directives, has stimulated relevant legislative adjustments by member countries. They have facilitated significant progress in some sectors towards a sustainable and more environmentally friendly aquaculture: better reduction and control of the impact of aquaculture on the aquatic environment, improved disease surveillance and control of pathogens through efficient vaccination procedures, development of more environmentally friendly feeds and new rearing technologies are some examples of the improvements. But it should be recognized that more effort is needed. The long-term harmonic development of European aquaculture in a changing society requires the search of more general common views between all stakeholders of the activity. When observing the achievements of the last five-year period, one should consider that some major progress for addressing this objective has been achieved.

The International Union for Conservation of Nature (IUCN) and the Federation of European Aquaculture Producers (FEAP) signed a common agreement to cooperate in the development of sustainable aquaculture in 2004. Within this framework, IUCN and the State Secretariat for Fisheries of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food of Spain[53], signed an agreement to cooperate and develop a series of “Guidelines for

[53] MAPA, renamed in 2008 to Ministry of Environment, Rural and Marine Affairs, MMARM)

Sustainable Development of Mediterranean Aquaculture", concerning both freshwater and marine aquaculture. The objective of these guidelines is to propose recommendations for responsible and sustainable aquaculture, giving support to decision makers, aquaculture producers and other stakeholders in the Mediterranean region. The following issues have been addressed: interaction between aquaculture and the environment (IUCN, 2007)[54] and site selection and site management (IUCN, 2009)[55], while certification and responsible practices and species and product diversification remain to be achieved.

The EU-funded CONSENSUS programme[56], finished in 2008 (European Commission, 2005b), allowed to define, through a large presentation and exchange of views and constraints, an even wider collective definition of sustainability criteria applicable to the industry at all stages and, especially, the identification of sustainability indicators that are applicable at farm level. Through two workshops and extensive consultation, the final outputs of CONSENSUS are a series of sustainability indicators, especially in regards of biodiversity and environment[57], that can be used at farm level, either as elements of "good practice" i.e. going beyond minimum legal requirements, or to measure and compare the status of farming units, as benchmarks. These two sets of indicators are available at the CONSENSUS web site[58]. CONSENSUS was the first European initiative that looked to actively involve all stakeholders (including producer organizations, research institutions, institutional decision-makers, producers of equipment or consumables, processing trade and marketing actors, European consumer associations and NGOs) and especially to look to European consumer organizations to take the lead. As part of the effort to provide consumer organizations with balance information on the sector, a special brochure[59] was also prepared (European Commission, 2008b), to show the food and non-food attributes of aquaculture in Europe. The indicators derived by CONSENSUS have been made available to the ongoing standard-building initiatives, in FAO and also through the WWF Aquaculture Dialogues.

It has also to be recognized that improved knowledge on the biology of farmed species and the development of associated aquaculture technologies may provide benefit to endangered species for which conservation measures can be applied. This is illustrated by the recent success in applying the techniques developed for aquaculture production of the Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) in France (Williot, 2009) to the artificial reproduction of the almost extinct Atlantic sturgeon (*Acipenser sturio*). A first assisted fecundation using two adults incidentally caught the same week in 1995 allowed the release of several thousand juveniles on the historical reproduction sites in the Gironde and Dordogne rivers and the constitution of a potential captive broodstock (Williot *et al*., 2000). The first reproductions of this captive stock were obtained in 2007, followed by four other spawns in 2008, allowing the release of 80 000 juveniles of 4.5 g in September 2008. Cryopreservation of the sperm has been developed and should contribute to the release objective of 200 to 400 0000 juveniles each year (Gontier, 2009).

5.3 The way forward

5.3.1 Continue to improve the environmental performance of aquaculture

Over the last decade, the combination of legislation (at European and national level), technological innovations (for water and discharge treatment, animal husbandry, more eco-friendly feeds) and management practices used to increase productivity as well as environment preservation have contributed to an overall significant improvement of the environmental performance of the European aquaculture sector. This effort must be pursued in order to fully integrate aquaculture as a respected mode of exploitation of the aquatic resources able to provide safe, healthy and high-quality products. This should be achieved in a continuous quest to improve good management practices: respecting the carrying capacity and continuously searching

[54] http://cmsdata.iucn.org/downloads/acua_en_final.pdf
[55] http://cms.iucn.org/knowledge/publications_doc/publications/?4026/Aquaculture-site-selection-and-site-management#
[56] www.euraquaculture.info/index.php?option=com_content&task=view&id=118&Itemid=80
[57] www.euraquaculture.info/index.php?option=com_content&task=view&id=149&Itemid=118, www.euraquaculture.info/index.php?option=com_content&task=view&id=148&Itemid=117
[58] www.euraquaculture.info/index.php?option=com_content&task=view&id=121&Itemid=85
[59] www.euraquaculture.info/files/consensusbrochure_web.pdf

for the reduction of the ecological impact of farming species. This should include: a better feed use and reduction of the amounts of harmful therapeuticals and chemicals used, while promoting, as appropriate, the increased use of natural substances (Rao *et al.*, 2004). Novel fish-production systems should evolve towards a more efficient use of water with decreased nutrient and solids release and/or, when possible, towards more integrated systems based on the reuse of nutrients, water, and energy at the farm level through the associated culture of plants or animals at a lower trophic level (Aubin *et al.*, 2009).

Environmental performance of aquaculture will also depend on a careful management of live stock transfers with a drastic control of the escapes into the environment. This latter point appears to be fundamental and the trend towards a zero escape policy, which has been initiated in Norway (Norwegian Directorate of Fisheries, 2008) may be considered an important milestone for sustainable aquaculture development.

The links between fisheries and aquaculture activities should be strengthened, joining forces within maritime spatial planning and integrated coastal zone management actions, and, when possible, promoting integrated multitrophic aquaculture technologies.

5.3.2 Demonstrate good environmental practices of aquaculture

There is no single indicator to prove or demonstrate the improvements observed in aquaculture practices over the last decade, and no single reference point against which this can be measured. This is possibly one reason why aquaculture activities and especially coastal cage culture of finfish remains a target for bad environmental practice by certain NGOs, with the resulting effects on the public perception of the sector. This sometimes negative public perception is also observed by some policy makers and non-experts. It is therefore crucial that European producers are able to demonstrate their good environmental practice. The European Commission has been called upon by the sector to move forward the development of an "ecolabel" that can certify environmentally-friendly aquaculture practices in Europe. It is recognized that there are international efforts on standardization and harmonization of certification of aquaculture products (FAO, 2009d)

5.3.3 Anticipate the effects of climate change

The global environment is changing and maybe even more rapidly than previously assessed (IPCC, 2007). Global warming may affect severely the aquatic environments, in which, the impact on the ecosystems, and aquatic life itself might be very important (Cochrane *et al.*, 2009). A change of one or two degrees in coastal water temperature will modify the scope of aquaculture activity, with a northward trend and potential changes in species addressed. The consequences of these changes and potential scenarios have to be assessed by all stakeholders of European aquaculture in order to anticipate future policies, as initiated in Norway (Research Council of Norway, 2005).

6. MARKETS AND TRADE

6.1 Status and trends

This chapter describes and discusses market trends in European aquaculture. While the European Union (EU-27) market for fish and fishery products is the leading world market in volume and value ahead of Japan and the United States of America, it is far from being a homogeneous one. Data of the Organization for Economic Coooperation and Development (OECD) from 2005 (Ernst & Young, ANDI-COGEA and Eurofish, 2009) show that the share of the six leading Member States (Spain, France, Italy, Germany, UK and Portugal) accounts for 85 percent of the total expenditure on fish products.

The level of fish consumption per inhabitant shows three distinct groups of countries. Southern European countries show the highest consumption level. Countries in North-Eastern Europe show average levels (around 20 kg/year/inhabitant) and CEE countries show levels varying between 3 and 16 kg/year/inhabitant, which are well below average.

In general terms, the EU market is increasingly dependent upon imports to meet demand and imports have risen significantly over the last decade. The trend seems to be somewhat different in Central and Eastern Europe, where imports of fish products in many countries have shown a stagnating or decreasing trend. On the other hand, other countries in the region have significantly increased their imports in the last decade (1996-2006), in some cases by factors as high as 46 (Bosnia and Herzegovina) or 92 (Ukraine). Exports show a growing trend in most countries. Even so, imports in most CEE countries still exceed their exports by factors of 1.16 (Latvia) to 238 (Belarus). The only two net exporters are Estonia and Poland, although a significant part of Poland's export consists of reexporting of processed products (FAO, 2009b).

Another important trend is on the processing of fish products. There has been a strong shift in salmon smoking for example with the industry more or less completely outsourced to Central and Eastern Europe. This is because labour costs there are lower and the product is still produced close to markets to retain freshness (chilled). For frozen products this is not the case and outsourcing takes place in Viet Nam, China and other third countries where labour costs are favourable.

6.1.1 Most important produced/traded species across all countries

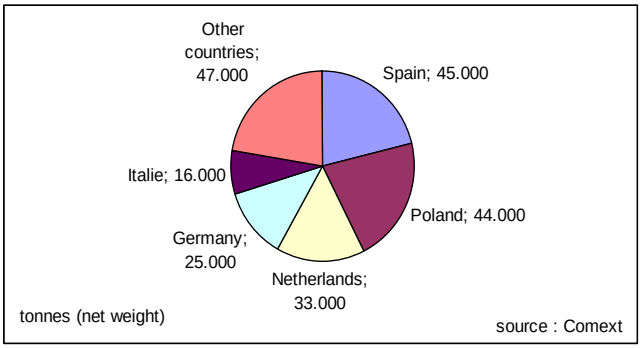
The largest subsectors in European aquaculture production (by volume) are salmon, trout, seabass and seabream, common carp and mussels (Figure 11). However, production from the EU Member States competes with imported production of finfish and shellfish from both within and outside Europe. This is represented by imports of farmed salmon from Norway and Chile, wild Pacific salmon from Canada and the United States of America, trout from Norway, seabass and seabream from Turkey and Croatia, and common carp from Ukraine and other non-EU Eastern European states (Ernst & Young, ANDI-COGEA and Eurofish, 2009). The European mussel sector has a limited direct competition from Norway, but increasing processed products from Chile and New Zealand. Within the broader European seafood market, imports of shrimp (in cooked and/or frozen forms) and frozen freshwater fillets (predominantly farmed pangasius catfish and tilapia from South-East Asia) have surged over the last few years (see Box 8). Today pangasius competes as one of the lowest-cost substitutes for generic "white-fish" products in processed form.

Denmark and Greece are the biggest intra-community exporters. Sweden also figures as a large exporter but this is a statistical anomaly as its exports are mostly Norwegian products transiting through Sweden without the product changing hands or being processed in any way. Denmark imports significant amounts of Norwegian (and Faeroese) salmon for processing and re-export, while in 2007 Greece exported 76 000 tonnes of seabream and seabass as well as 18 000 tonnes of mussels. Most of the seabass/seabream trade is to other Mediterranean countries and, more recently, to northern European markets where fresh and filleted products are sold to markets in Germany and the United Kingdom. France and Italy are the biggest net importers, mainly of salmon and mussels (Bostock *et al.*, 2009). Figure 15 shows the trends in balance of trade for EU-25 countries over the last 30 years and where the increase in negative trade balance in recent years is clearly seen.

Box 8. Success story case study: Pangasius' growing success in EU markets

Pangasius production in Viet Nam reached 1 million tonnes in 2008, starting from nothing ten years ago. In comparison, it took 20 years for the salmon industry to reach a production of 600 000 tonnes per year. This success results from the low food and oxygen requirements of pangasius in farming conditions, low production costs (wages, food) and good extension support from research and development. The rapid development of pangasius farming - as well as that of tilapia - is in contrast with the decrease in world marine groundfish supply, which has come down from 11 million tonnes per year in 1997 to 8 million tonnes in 2008. Pangasius is also grown in India and Bangladesh at a total of 500 000 tonnes per year.

Shares of pangasius imports in Europe in 2007 *(Source:* Comext)



In 2008, 210 000 tonnes of frozen fillets were imported into the EU, i.e. a 50 percent increase in two years. Spain and Poland are by far the two main importing EU Member States, ahead of The Netherlands, Germany and Italy.

The import price of pangasius has decreased by 25 percent between 2006 and 2008. On average, it was around EUR1.85/kg in 2008, but with big disparities between Member States: EUR1.60 /kg in Poland, EUR1.80/kg in Italy, Spain and Germany, over EUR2.20 /kg in France and in the United Kingdom. These differences in price are due to quality differentiation, according to the whiteness of the flesh, the content of phosphates and trimming quality.

Intra-EU trade has to be taken into account in the assessment of consumption, since Belgium and the Netherlands re-export most of the pangasius they import towards Italy and France. In 2008, pangasius contributed 5 percent in volume to the total European fish market (shellfish excluded).

2008	supply balance (tonnes live weight)	% EU market for pangasius	kg/year/ capita	pangasius marketshare in total fish consumption
Spain	128.000	23%	2,8	8%
Poland	113.000	21%	2,9	25%
Germany	80.000	15%	1,0	7%
Italy	70.000	13%	1,2	6%
France	34.000	6%	0,5	2%
U.K.	15.000	3%	0,3	1%
Others	95.000	17%	0,6	
EU 27	550.000		1,1	5%

source : European Commission estimate from Eurostat and FAO data

The average per capita consumption of pangasius in the EU is 1 kg, but it is almost 3 kg in Spain and in Poland. In Poland, pangasius represents 25 percent of the fish consumption. Pangasius had a market share of 12 percent in the European whitefish market in 2008 and is the leading whitefish species consumed in Poland, ahead of Alaskan pollack. It ranks second in Spain and in Italy, behind hake and at the same level as cod. It is also the second whitefish species in Germany, behind Alaskan pollack.

The key factors explaining the success of pangasius in European markets are its low price, regular supply, neutral taste and odour, low bones and convenience packaging, and all this, despite its low nutritional value in particular as regards omega-3 fatty acids and vitamins. The arrival of such a cheap product onto the market has certainly impacted the "psychological reference price" of traditional consumers with the risk of diverting them from traditional products they might now find too expensive. At the same time, pangasius now attracts new consumers who could later transfer their purchases towards other fish.

Source: P. Paquotte, personal communication

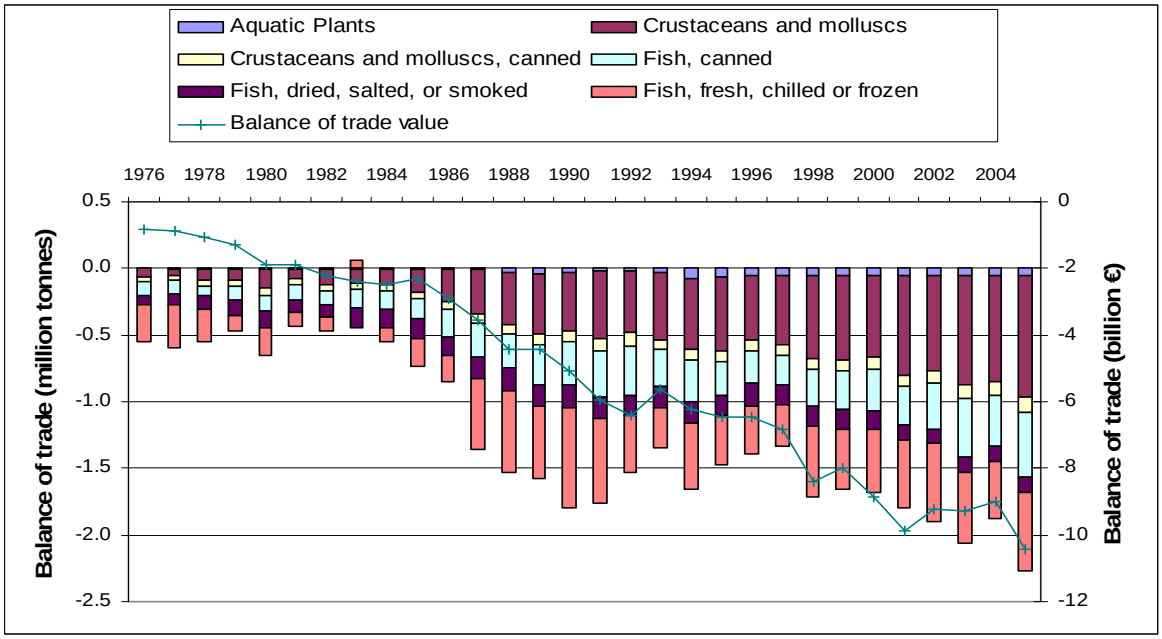


Figure 15. Trends in balance of trade in aquatic food products from 1976 to 2007 (Exports minus imports, EU-25) (*Source*: FAO, 2009b)

The seafood supply balance may be assessed for the European Union on the basis of production data provided by FAO FishStat (FAO, 2009b; data of 2007) and trade data provided by Eurostat[60]. Notwithstanding the stock variations, which are quite important for frozen and canned products, the supply balance is assessed according to the following formula: supply balance = production – exports + imports (Ernst & Young *et al.*, 2008a). When expressed in volume, all data have to be converted in equivalent live weight with the help of conversion factors (European Commission, 2009f)[61]. In order to calculate the share of aquaculture products in the supply balance, an assessment of the origin of imports and exports in terms of production method (aquaculture or fisheries) has to be done on the basis of expertise.

It is estimated (Paquotte, personal communication, 2009) that some 1.65 million tonnes (equivalent live weight) of farmed seafood products were imported into Europe in 2008 and this has been the means of meeting the deficit in European seafood demand and supply.

The most important group is salmon in various (mainly fresh) forms equivalent to 714 000 tonnes live weight (LWE), of which, 56 percent was whole, 43 percent fillets and 1 percent smoked. Considerable value-added processing occurs within the EU (Denmark and Poland) for further intra-community trade. A smaller, though growing amount of salmon products (mainly frozen, canned or processed in other ways) also originates from Chile (at least it did prior to the near-collapse of the Chilean salmon production in 2009), Thailand and China (the latter two importing raw material and re-exporting processed products). In value terms, Norwegian salmon imports dwarfed all other sectors, with a value of some EUR2 314 million, or 81 percent of the total of EUR2 851 million worth of farmed imports in 2007. Imports of frozen fillets of freshwater species, mainly pangasius catfish and tilapia from Southeast Asia, have demonstrated the most remarkable growth, escalating rapidly from less than 10 000 tonnes (LWE) in 2002 to a total of 394 000 tonnes in 2007. Mussels were the third largest import group equivalent to 134 000 tonnes (LWE), with some 90 percent originating from Chile in processed form. The only other group with significant volume was seabass and seabream with combined imports of around 18 000 tonnes (LWE) in 2007, originating mainly from Turkey and Croatia (Bostock *et al.*, 2009).

[60] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/
[61] http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:123:0078:0085:EN:PDF

Exports from the EU totalled only 100 000 tonnes in 2008 (equivalent live weight) and included mainly high-value processed products with a value of EUR300 million, of which, 68 percent of exports were salmon products, worth 67 percent of the total value. The United States of America and the Russian Federation were the two largest importing countries (although the United States of America still exports more salmon to the EU than it imports). Eels represented 12 percent by the value of exports, while seabass and seabream represented 8 percent. Mussels were the next most significant sector after salmon, at 18 percent by volume, but only 6 percent by value – although exports were showing rapid growth. The Russian Federation and Croatia were the main markets for fresh mussels, while processed mussels went to the United States of America. There has also been a slow but steady growth in the export of oysters and trout, mainly to the Russian Federation (Bostock *et al.*, 2009).

In terms of seafood balance supply, the share of aquaculture is around 22 percent, but with a big difference between shellfish (43 percent) and finfish (15 percent). This is slightly less than at the production level. Indeed, the share of aquaculture in imports is only 18 percent, especially because most shellfish imported by the EU are from capture. Aquaculture products play a minor role in European exports (Paquotte, personal communication, 2009). Table 5 summarizes related data for 2007.

Table 5. Aquaculture share (in percent) in EU supply balance (live weight equivalent)

2007	finfish	shellfish	**total**
production	14	52	**23**
imports	13	34	**18**
exports	4	19	**7**
supply balance	**15**	**43**	**21**

(*Source*: compilation on the basis of Eurostat Comext data and FAO, 2009a)

6.1.2 Food safety and labelling requirements

EU legislation covers all stages of the production, processing, distribution and placing on the market of food intended for human consumption. “Placing on the market” means the holding of food for the purpose of sale, including offering for sale, or any other form of transfer, whether free of charge or not, and the sale, distribution and other forms of transfer themselves.

The new hygiene rules[62] (adopted in April 2004 and applicable since 1 January 2006), with (amongst others) primary responsibility for food safety borne by the food business operator, registration or approval for certain food establishments and general implementation of procedures based on the HACCP principles are considered positively by stakeholders in the European aquaculture sector. The key regulations and directive include specific hygiene rules, import conditions, verification and compliance documents and are the following:

- Regulation (EC) No. 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. (Fisheries products are mentioned in Annex III, sections VII, VIII.) (European Commission, 2004a);
- Commission Regulation (EC) No. 1662/2006 of 6 November 2006 amending Regulation (EC) No. 853/2004 of the European Parliament and of the Council laying down specific hygiene rules for food of animal origin. (Text with European Economic Area relevance.) (This regulation amends the requirements for fish oil for human consumption.) (European Commission, 2006);
- Regulation (EC) 854/2004 laying down specific rules for the organization of official controls on products of animal origin intended for human consumption, 29 April 2004 (see Live bivalves in Annex II, Fisheries products in Annex III) (European Commission, 2004b);

[62] Food hygiene legislation review: see: http://ec.europa.eu/fisheries/legislation/other/food_hygiene_en.htm

- Directive 2004/41/EC repealing certain Directives concerning food hygiene and health conditions for the production and placing on the market of certain products of animal origin intended for human consumption and amending Council Directives 89/662/EEC and 92/118/EEC and Council Decision 95/408/EC, 21 April 2004 (European Commission, 2004c);
- Regulation (EC) No. 882/2004 on official controls performed to ensure the verification of compliance with feed and food law, animal health and animal welfare rules (European Commission, 2004d);
- Regulation 183/2005 EC of the European Parliament and of the Council laying down requirements for feed hygiene (European Commission, 2005d).

The 2002 strategy for the development of European aquaculture[63] (European Commission, 2002a) had, as one of its core objectives, to "assure the availability to consumers of products that are healthy, safe and of good quality, as well as promoting high animal health and welfare standards", by offering the maximum level of consumer protection in terms of product safety and quality. It is generally considered that this was the most successfully implemented of the three core objectives.

However, while the requirements for food safety and its control are in place (at least at Community level), an area receiving some attention is the implementation of the Commission Regulation (EC) No. 2065/2001 on the labelling of fishery and aquaculture products (European Commission, 2001a), where minimum items of consumer information (commercial designation, method of production and area of capture) are required at the point of sale, but also through the value chain so as to facilitate traceability and control.

In 2006, the Belgian consumer organization, Test Achats made a comparative study of the implementation of the law at various points of sale (Jooken and Lauryssen, 2006). While the commercial designation was present on 90 percent of the samples in the three retail outlets, the production method was mentioned in only 43 percent of Belgian supermarkets, less than 5 percent of fishmongers and around 10 percent of markets. Test Achats, as part of the Euroconsumers network, compared their findings with three other European countries, and showed that in Portugal full compliance with the directive was observed in 75 percent of the samples tested, compared to 45 percent in Italy, close to 50 percent in Spain, but only 10 percent full compliance in Belgium. This provides an example of the confusion by consumers across Europe regarding the origin of the fish that they buy – and thus affecting their general knowledge of fish and their perception of farmed fish.

6.1.3 Certification and organic aquaculture

Food scares and food safety are issues that have combined to create a renewed interest in provenance with transparent and verifiable systems of food traceability along the value chain. Consumers seek greater reassurance in their seafood purchase decisions through additional attributes including fair trade, animal welfare and environmental impacts such as protection of overexploited fish stocks, food miles and more locally sourced products. The markets have responded to this with voluntary certification and labelling schemes operated on a transnational basis – but often with different standards and without coverage of the "full sustainability criteria" (WWF, 2007).

Organic aquaculture standards are relatively new in the market and are limited to relatively few countries and species. One obstacle was the lack of common standards for the markets of the European Union and the United States of America, although this is now changing. Globally, there are around 30 non-governmental certifiers, 18 of them are in the EU with the market most developed in northern Europe, Germany, Austria and Switzerland. Salmon and trout are the main organic species in the EU, with salmon alone accounting for 12 500 tonnes worth over EUR60 million in 2008 and representing over 4 percent of the EU farmed production (Bostock *et al.*, 2009). Organic certification of seabass and seabream represents only a few-hundred-tonne production per year, with much of this in France, but increasingly also in Greece.

[63] COM(2002) 511 final, http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/aquaculture_processing/aquaculture/references_en.htm

On 1 January 2009, a new European Council regulation[64] came into effect for the production, control and labelling of organic products. This should facilitate the production and certification of organic aquaculture products as previously only national standards were available. Foods may only be marked as "organic" if at least 95 percent of their agricultural ingredients are organic. Organic ingredients in non-organic food may be listed as organic in the list of ingredients, as long as this food has been produced in accordance with the organic legislation. In order to ensure better transparency, the code number of the control body must be indicated. The Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (CAC) have developed guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods (Codex Alimentarius Commission, 2009). The CAC[65] provides a collection of international standards recognized by the World Trade Organization with the intention of promoting food health and fair international trade practices.

A new European Commission Regulation[66] of August 2009 lays down detailed rules on organic aquaculture animal and seaweed production for the implementation of the above-mentioned Council Regulation. It sets out a common standard for various types of fish and shellfish aquaculture following 12 months of discussion with Member States and extensive discussions with a representative group of experts the previous year. This regulation, which deals with the origin of animals, husbandry rules, breeding, feed, disease prevention and veterinary treatment, is a balance between existing national rules and private standards, with specific provisions for molluscs and seaweed.

As well as organic certification, some salmon producers in the United Kingdom have adopted an animal welfare standard (RSPCA Freedom Foods[67]) to differentiate their products. However, the prospect of mandatory EU welfare legislation for farmed aquatic animals has seen this scheme being rolled out across the entire industry i.e. in order to capitalise on voluntary adoption. Smaller farmers who strategically adopted the standard to differentiate themselves from larger producers (previously more focused on scale economies) therefore face ongoing compliance costs while their price premium is eroded. Even so, more and more producers adopt the standard and therefore, more fish is expected to be produced according to fish welfare standards. That may be seen as a positive development, and might also lead to a reduced disease mortality, less quality downgrading etc., and hence, catching up on any reduced premium.

Producer organizations have also developed farm management and geographic (e.g. protected geographical indication) accreditation with the aim of ensuring that a greater share of any value-add goes to producers.

In parallel, the Global Aquaculture Alliance (GAA) has created a range of vertically integrated “Better Aquaculture Practices” (BAP) standards[68] for shrimp, tilapia and channel catfish farms including hatcheries and processing plants with feed mills. Other species are to follow.

Certification also extends through the value-chain and retailers have not been slow to take advantage, developing their own “better farm management” standards. The most significant of these is the GLOBALGAP (Global Partnership for Good Agricultural Practice) business-to-business (B2B) standard, which, under aquaculture, covers salmonids, shrimp, pangasius and tilapia, covering basic food safety, environmental, animal welfare and social responsibility criteria. The GLOBALGAP salmon standard now covers more than 60 percent of all farmed product; by far the greatest market share for any aquatic food standard. Such standards offer particular appeal to larger producers wishing to secure long-term supply contracts, which allow them to securely exploit scale economies.

Following the success of the Marine Stewardship Council (MSC) capture fishery eco-label, which they co-initiated, WWF have also been sponsoring development of a range of farm management standards for twelve aquaculture species: salmon, shrimp, pangasius, tilapia, abalone, clams, trout, oysters, scallops, mussels,

[64] Council Regulation No 834/2007 (European Commission, 2007b)
[65] Codex Alimentarius Commission: www.codexalimentarius.net
[66] Commission Regulation (EC) No 710/2009 (European Commission, 2009g)
[67] www.rspca.org.uk/freedomfood
[68] www.gaalliance.org/bap/standards.php

seriola and cobia, through its "aquaculture dialogues" stakeholder initiative[69]. As stated, the Aquaculture Stewardship Council (ASC) would be an independent body, and should be established in 2011 to provide certification under a business-to-consumer label. In the interim period, WWF offers non-exclusive partnerships with other suitably accredited certifying bodies – and, notably, with GLOBALGAP under their B2B model.

A standard/certification market therefore exists and it is unlikely that there will be only one 'winner'.

The European Commission launched a debate on an EU approach towards sustainable fishing labelling schemes for fisheries products in 2005 via a Communication to the Council, the European Parliament and the European Economic and Social Committee[70]. Following extensive debate over the past four years, the Commission intends to propose before the end of 2009 the text of a Council Regulation setting minimum criteria for labelling of sustainable fishing in marine capture fisheries. The aim is to give legal clarity regarding certain minimum criteria and procedures for voluntary sustainable fishing labelling schemes for fish and fishery products from marine capture fisheries placed on the EU market. This will underpin the *FAO Guidelines for the Eco-labelling of Fish and Fishery Products from Marine Capture Fisheries* (FAO, 2005, 2009e). This approach is distinct from the legislation involving the Community Ecolabel Scheme (the 'flower' ecolabel). In the future, the Community Ecolabel could cover fishery and aquaculture products if the findings of a study, as required by the European Parliament, demonstrate the soundness of their inclusion. So, in the meantime, aquaculture products will be able to apply only for organic certification and fisheries products only for sustainable fishing labelling in the framework of the EU regulation.

6.2 Salient issues and success stories

The European aquaculture sector can be considered very successful in certain segments and for certain species – notably salmon, trout, seabass, seabream, turbot and mussels. In general, Europe imports more and more of its consumer products and fish is no different. This said, production has slowed down in the EU-27 countries for some years now and many reasons have been suggested to account for the failure of the European aquaculture sector to meet the rising demand. These include a lack of competitiveness, poor marketing, lack of investment in innovation, conflicts over resource use, lack of sites for expansion and regulatory burdens.

A SWOT analysis performed by Bostock *et al*. (2009) and based on Ernst & Young, ANDI-COGEA and Eurofish (2008b) shows the most salient issues for European aquaculture. Several of these are mentioned in Table 6, although they are not ranked in terms of importance or priority.

6.3 The way forward

While the new EC aquaculture strategy focuses on the role of public authorities to provide a new impetus to development, the emphasis is clearly on the Member States to comply with EU regulations and to favour the further development of production through national strategies and legislation. This could also be the case with non-EU countries in the region. At the EU level, aquaculture has still not found its place clearly within the Maritime Policy, nor within the Common Fisheries Policy (CFP). The *Evaluation of the Common Organisation of the Markets in Fishery and Aquaculture Products* (Ernst & Young, ANDI-COGEA and Eurofish, 2008b) puts the emphasis on the security of supplies, the need for excellence and ecological responsibility for Community production that cannot compete with imported products in volume or price and the need for consistency and coordination between market and resource policies. European producer organizations are seen as the key to successful implementation of the CFP.

[69] www.worldwildlife.org/what/globalmarkets/aquaculture/aquaculturedialogues.html
[70] COM(2005)275 final, 29.6.05. (European Commission, 2005c)

Table 6. SWOT analysis of European aquaculture (adapted from Bostock *et al.*, 2009)

Factors	Strengths	Weaknesses	Opportunities	Threats
Legal and administrative	Harmonization at EU level creates "level playing field" and reduces costs for international business	Weak or ineffectual community strategy (e.g. EU, 2002). Varying implementation of EU Regulations or uptake of EU Directives. Complexity and cross-over of EU policies affecting aquaculture. Lack of effective national strategies in most EU states	Ensure aquaculture is firmly embedded in EU and national strategies	Risk of public budgets being preferentially focused on management of the fisheries crisis. Loose and decentralized coordination of R&D and marketing and promotion actions. Inefficient use of financial resources
Availability of production sites	Ratio of suitable sites or freshwater resources to land area or population is higher in Europe than most other continents	Availability of new sites heavily restricted on grounds of protecting the environment or visual seascape, or through competition with tourism development	Better coastal zone planning to reduce conflicts and optimize use of environmental services	Consolidation and internationalizatio n of the aquaculture sector will lead to loss of support from local stakeholders for new site applications
Food safety and other aspects related to consumption	Positive health image associated with seafood products and increasing concern over sustainability of capture-based fisheries	Quality of aquaculture products or production is frequently questioned by industry opponents	Growing collaboration between producers, market actors and NGOs on aquaculture standards	Risk of consumer confusion faced with a proliferation of labels
Animal health and welfare	Relatively strong legislation to reduce the introduction and spread of fish diseases.	Limited range of licensed medicines and vaccines. Insufficient collation and analysis of	Improved health management and welfare conditions likely to boost production efficiency	Risk of diseases/ parasites in absence of effective prevention or emergency management plans

Factors	Strengths	Weaknesses	Opportunities	Threats
	Harmonized legislation on pharmaceutical market authorization provides larger market to encourage development. Access to diagnosis	aquatic animal disease data to allow real-time advisory or policy responses. Lack of knowledge on pathogens and their transmission in new culture species		
Third countries' competition and market issues	Proximity to the world's largest seafood market and the largest market for value-added products. Purchasing power of wholesale distribution networks.	Traceability requirements not as stringent for imported products. Lack of market and industry information	Declining wild fishery resources. Increasing transport costs for external producers. Growth of value-added processed products	Competition from third-country aquaculture producers. Lack of centrally coordinated transnational promotion campaigns
Technological issues	Technological competence at all value chain levels – notably reproduction. High levels of research capacity	Narrow range of culture species. Fragmented and high-risk nature of industry can deter technology developers and investors	RAS technology applications to bring production closer to markets. Off-shore aquaculture to reduce environmental impacts and provide new scale economies. Bio-tech applications for improved stock, nutrition and disease control	Lack of investment in research and innovation could allow other regions (e.g. United States of America) to take technology lead.
Production costs	Economies of scale improving as investment is made in developing appropriate technology.	Generally high production costs (principally due to limited economies of scale) in relation to capture-based	Scope for reducing production costs through improved technical performance and economies of scale	High costs of transport for some production zones (Greece, Shetlands etc)

Factors	Strengths	Weaknesses	Opportunities	Threats
		fisheries or other animal protein sources.		Increasing cost of fuel and feed materials.
Public image of aquaculture	High-quality protein supply. Substitutes the overexploited marine resources.	Perception of negative environmental and social impact. The industry is not effectively organized to respond to NGO critics.	Create a new image of nutritional quality, health promotion, environmental care etc. Ensure that aquaculture products are clearly labelled as such.	Loss of customers due to the negative campaigns organized by NGOs
Other	Aquaculture is becoming a better recognized commercial sector, increasing possibilities for investment finance	Limited access to credit and often insurance for many SMEs due to risk factors. Lack of innovation in some subsectors Lack of timely and updated industry and market information	Opportunities for better linking industry, research, education and policy practitioners through advances in Internet technologies	Potential impact of climate change on many production factors

It is likely that the demand in Europe for seafood products is generally increasing with the majority of markets in Europe showing significant demand growth and great market flexibility, with markets being open to new fish and shellfish species. The demand for fresh fish continues to dominate in high-consumption countries, but also in those that were previously dominated by frozen or canned product forms. In addition, defrosted products mainly from Asia are also sold in the fresh fish counter at most retailers. The purchasing strategies of retailers strongly influence consumption and an increase in the supply of products from within Europe is a potentially attractive one for them, from the points of view of the carbon footprint of seafood and the quality of European products. However, their main focus will remain food safety and price.

The success of producers in European countries will be most probably governed by a better access to sites that have high water quality and by simplified national legislation to license production on new sites or to increase production at existing sites. Their organization (through consolidation or cooperation) to position products on the (fresh fish) market that meet consumer demand is also a key issue, including the ability to gain economies of scale in production, management, marketing and distribution, while at the same time taking high responsibility to minimize environmental impacts and have a high focus on fish welfare. Some forward vertical integration by aquaculture producers will continue, especially for production of value-added products for distribution though the retail channels, although efficient production at each step in the value-chain will remain more important than vertical integration.

It seems unlikely that organically certified production in Europe will have an overarching role, although limited organic production for specific consumer segments may continue and grow as the present product range is very limited. Organic production may be surpassed by a European eco-label. In parallel to the ongoing FAO process on guidelines for certification (FAO, 2009d), the planned formation of the Aquaculture Stewardship Council is an initiative that the whole aquaculture value chain will follow closely. However, its impact on the competitiveness of the European sector remains to be seen. While the Marine Stewardship Council scheme has a limit on fisheries that it can certify, this is not the case with ASC, where all global aquaculture production is potentially certifiable. For European producers and importers, B2B certification, such as the GLOBALGAP standards could be the avenue of choice.

Aquaculture products face stiff competition with beef, pork and poultry, although the sector has grown the most over the last decade. Recent communications focus on the feed conversion ratios for species that are fed on diets containing fishmeal and the International Fish Meal and Fish Oil Organisation (IFFO) has made considerable efforts to communicate its calculation of the Fish In : Fish Out ratios, showing a ratio for global aquaculture of 0.52. That is, for every tonne of whole wild fish caught, aquaculture produces 1.92 tonnes of harvestable product (Jackson, 2008). Salmon is still the highest user with a Fish In : Fish Out ratio of 1.68, meaning that for every tonne of whole wild fish used there is 0.595 tonnes of salmon produced. At the same time, 100 kg of feed will produce 65 kg of salmon fillet and yet only 20 kg of poultry fillet and 13 kg of pork fillet.

The overriding trend is the need to source all raw materials for fish feed from sustainable production and harvesting. This increase in attention has been manifest in the engagement around feed criteria in the development of aquaculture certification standards and NGO campaign activity around the management of some of the fisheries that supply fishmeal and oil. There have also been individual initiatives by some retailers and processors to set and maintain specific sustainability standards for aquaculture feed (Sustainable Fisheries Partnership, 2009). It is uncertain which strategy will be chosen by the leading retailers, but it is certain that better knowledge and communication within the entire value chain and towards consumers will be of high importance in a seafood sector where European products fill a relatively high-priced, niche position compared to other aquaculture products, and compared to other animal protein sources.

7. CONTRIBUTION OF AQUACULTURE TO FOOD SECURITY, SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT

7.1 Status and trends

7.1.1 Contribution of aquaculture to economic development

The total gross output of aquaculture in the concerned 49 European countries[71] was worth around US$9.4 billion in 2008 (FAO, 2010). Based on the financial figures of the entire fishing sector, the gross value added of European aquaculture is supposed to make up around 35 percent of the gross output (Table 7), while the other 65 percent consist of intermediate consumption[72]. That means that aquaculture value added contributes to slightly more than 0.01 percent of the region's total gross domestic product (GDP) of US$22.3 trillion, which is negligible in relative terms. However, in absolute terms the US$3.3 billion aquaculture value added (35 percent of US$9.4 billion) is more than the GDP of Montenegro. It is noted that the relative weight of aquaculture in the European economy has been decreasing in the latest years because the sector has not been able to keep pace with the overall economic growth of the region.

The aquaculture sector plays a major economic role in Norway, Greece, Malta and the Faroe Islands (Table 7). In Norway, the gross output of fish farming was worth US$3.1 billion in 2008, representing 33.2 percent of the production value of European aquaculture. Although on a national level aquaculture accounts for only 0.2–0.3 percent of the total GDP of Norway, in some of its coastal regions it is more significant: out of the 19 counties of the country, there are four where aquaculture's contribution to the GDP is between 2 and 3 percent (Nordland, Nord-Trondelag, Troms Romsa and Sogn og Fjordane) and 3 additional counties where its economic weight is around 1–2 percent (Finnmark, Sor-Trondelag, Hordaland). In 2008, farmed salmon products accounted for 1.8 percent of the total export of Norway (Statistics Norway, 2010).

In relative terms, the economic significance of the fish farming industry is highest in the Faroe Islands, contributing to more than 3 percent of the GDP. Due to the stagnation in capture fishery much pressure is put on the aquaculture sector from social and economic points of view, as the Faroese export is extremely dependent on fish products, representing 82 percent of the total exports. In 2008, cultured salmon and trout made up 22 percent of the total Faroese export in value (Statistics Faroe Islands, 2010).

The salmonid industry of Scotland also has a major economic significance in the country with considerable weight in the economy and export earnings. Most of the Norwegian, Scottish and Faroese cultured salmon is exported to other countries of the region: France, Germany, the Russian Federation and Ukraine (as consumers) as well as Poland and Denmark (as processors and re-exporters). The processing industry of Poland and Denmark (based on imported farmed fish as raw material) is an important source of export earnings for both countries.

Fish farming is a significant contributor to the economies of Greece, Cyprus and Malta as well, representing around 0.1 percent of the GDP (Table 7). Greece's seabass and seabream industry play a considerable role in the country's external trade. In 2008 Greece exported these species to Italy, Spain and France in a value of nearly EUR180 million, which represents more than 1 percent of the total export of Greece (Globefish, 2009). The data for aquaculture production values provided by the National Statistics Office of Malta (2009)[73] are inconsistent with those of Fishstat Plus and Eurostat; consequently, the value added of the sector may differ significantly from the data given in Table 7.

---

[71] It must be emphasized that in terms of aquaculture the European Union (EU-27 in 2009) doesn't represent the entire region, as it accounts for only 50.2 percent of the total European aquaculture production in terms of value in 2007.

[72] Conceptually, the aggregate "intermediate consumption" is equal to the amount of the difference between Gross Output (roughly, the total sales value) and Net output (gross value added or GDP). Thus, intermediate consumption is an accounting flow which consists of the total monetary value of goods and services consumed or used up as inputs in production by enterprises, including raw materials, services and various other operating expenses. (see: http://en.wikipedia.org/wiki/Intermediate_consumption)

[73] www.nso.gov.mt/statdoc/document_view.aspx?id=2561

Table 7. Economic and social importance of aquaculture in Europe

	Gross output of aquaculture in 2008[a] (US$1 000)	Total nominal GDP in 2008[b] (US$1 000)	Aquaculture value added as % of total GDP (estimated)[c]	Employed persons in aquaculture	As % of total employment (rounded)
Faroe Islands	229 645	2 400 000	3.3%	632[d]	2.15 %
Norway	3 119 011	449 996 000	0.2%	4 894[e]	0.20 %
Cyprus	38 440	21 277 000	0.1%	127[f]	< 0.05 %
Iceland	27 421	16 658 000	0.1%	n.a.	n.a
Greece	544 071	356 796 000	0.1%	5 049[g]	0.10 %
Malta	9 874	7 449 000	0.0%	105 [f]	0.05 %
Bosnia and Herzegovina	22 575	18 452 000	0.0%	662[h]	0.05 %
Moldova	5 757	6 048 000	0.0%	1282 [h]	0.10 %
Turkey	649 372	794 228 000	0.0%	5 000 [h]	< 0.05 %
Macedonia, FYR	5 933	9 521 000	0.0%	240 [h]	0.05 %
Ireland	174 637	281 776 000	0.0%	1 998 [g]	< 0.05 %
Croatia	41 210	69 332 000	0.0%	606 [h]	0.05 %
Albania	6 914	12 295 000	0.0%	2 500 [h]	0.25 %
Serbia	24 076	50 061 000	0.0%	1 100 [h]	0.05 %
Israel	78 805	199 498 000	0.0%	n.a	n.a
Bulgaria	19 452	49 900 000	0.0%	141 [h]	< 0.05 %
Denmark	129 432	342 672 000	0.0%	854 [f]	< 0.05 %
United Kingdom	954 515	2 645 593 000	0.0%	3 580 [f]	< 0.05 %
Italy	810 375	2 293 008 000	0.0%	3 092 [f]	< 0.05 %
Spain	517 787	1 604 174 000	0.0%	11 928 [f]	0.05 %
Czech Republic	65 622	216 485 000	0.0%	2 167 [f]	0.05 %
Hungary	45 818	154 668 000	0.0%	1 530 [f]	0.05 %
France	814 039	2 853 062 000	0.0%	21 600 [f]	0.10 %
Finland	65 778	271 282 000	0.0%	501 [f]	< 0.05 %
Ukraine	41 731	180 355 000	0.0%	8 000 [h]	0.05 %
Russian Federation	364 590	1 607 816 000	0.0%	27 190 [h]	0.05 %
Portugal	54 487	242 689 000	0.0%	6 472 [f]	0.15 %
Channel Islands	2 504	11 515 000	0.0%	n.a	n.a
Lithuania	9 776	47 341 000	0.0%	315 [f]	< 0.05 %
Poland	107 784	526 966 000	0.0%	2 000 [f]	< 0.05 %
Estonia	4 211	23 089 000	0.0%	100 [f]	< 0.05 %
Belarus	10 805	60 302 000	0.0%	2 500 [h]	0.05 %
Netherlands	148 150	860 336 000	0.0%	120 [f]	< 0.05 %
Romania	26 816	200 071 000	0.0%	2 000 [h]	< 0.05 %
Slovenia	5 125	54 613 000	0.0%	254 [f]	< 0.05 %
Sweden	34 284	480 021 000	0.0%	200 [f]	< 0.05 %
Latvia	2 227	33 783 000	0.0%	426 [f]	0.05 %
Austria	18 740	416 380 000	0.0%	500 [f]	< 0.05 %
Slovakia	3 985	94 957 000	0.0%	233 [f]	< 0.05 %
Germany	142 773	3 652 824 000	0.0%	3 033 [f]	< 0.05 %
Switzerland	11 610	488 470 000	0.0%	n.a	n.a
Montenegro	74	4 521 000	0.0%	150 [f]	0.05 %
Belgium	773	497 586 000	0.0%	84 [f]	< 0.05 %
Others		55 000 000			
Region total	**9 391 002**	**22 264 523 000**	**0.1%**	**123 183**	**0.03 %**

[a] *FAO, 2010*
[b] *World Bank, 2009*
[c] The sector's value added was calculated as 35 percent of gross output in all countries.
[d] Data for December 2008, *Statistics Faroe Islands, 2009*
[e] Data for 2008, *Statistics Norway, 2009a*
[f] Data for 2002-2005, *Salz* et al., *2006*
[g] Data for 2006, *GSNSSG, 2009*
[h] *FAO, 2003-2010*

In absolute terms, fish culture is of major economic importance – behind Norway – in the United Kingdom (with US$950 million production value), France (US$810 million), Italy (US$810 million) and Turkey (US$650 million) and Spain (US$520 million). As these countries are big seafood consumers, aquaculture in these countries is mainly driven by local demand, only the Scottish salmon and the Turkish seabass/seabream enters to the export markets to some minor extent.

Among the lower-income countries, the measurable economic importance of aquaculture (0.05 percent of GDP) in Bosnia and Herzegovina and Moldova points to the fact that fish farming may have a role in poverty alleviation, given the dominance of small-scale farms in the structure of fish culture enterprises. In both countries and in Albania also, the aquaculture sector is growing at a huge pace allowing a possibly higher role in economic development in the future. The demand for further growth is stable as all three countries are food-deficit countries, but in the case of Albania, there is an existing opportunity for export, given the Adriatic coastline, the proximity of Italy (a major seafood importer) and the low wages. Indeed, seabass and seabream cage culture started in Albania ten years ago and reached 400 tonnes in 2007, but without hatcheries it is facing the problem of expensive imported fingerlings (FAO, 2006-2010).

7.1.2 Role of aquaculture in the society, employment

Most of the countries do not provide statistics on employment in aquaculture, and thus, it is very hard to gather data. However, given the well-known consolidated conditions in the two largest aquaculture subsectors of Europe (salmonid and seabass/seabream farming), the national statistical offices/authorities of Norway, the Faroe Island and Greece are able to provide detailed data on the number of fish farmers, even by regions, sex or type of employment. Thus, employment data for these countries are the most authentic (Table 7). The employment in extensive aquaculture (carp culture of Eastern Europe and mussel farming of Western Europe) is much more difficult to be determined; estimations differ, partly due to the significance of family/small scale farms and seasonal employment.

As mentioned above, the three countries where aquaculture has the highest relative economic importance are characterized by consolidated fish farming industries. The consolidation took place in the early 2000s as a consequence of the rapidly growing production and price instability and resulted in mergers and acquisitions to rationalize the industry, as increased concentration has cost advantages. Due to automation, the recent growth in production has not led to the same increase in employment (especially in the salmon industry), which made the industry far less labour-intensive. Thus, in contrast to the relatively high economic weight of aquaculture in Norway, the Faroe Islands and Greece, the sector is not a significant employer in the economy; in other words, the contribution to employment is lower than to GDP. In Norway, the salmon and trout sector (producing some 800 000 tonnes per year) employs employs some 5 000 persons, resulting in a labour productivity of more than US$250 000 value added per employee. In the Faroe Islands and Greece, the employment data are not detailed by species groups, but the total number of employees (632[82] and 5 049, respectively) and the total production volume (30 000 and 113 000 tonnes, respectively) shed some light on the high labour productivity in the salmonid and seabass/seabream sector, as these are the dominant species. In Greece the value added per employee was US$75 000, while in the Faroe Islands it was US$95 000 for the whole aquaculture sector.

On the other hand, it must be emphasized that the employment data for Norway (and probably for Greece and the Faroe Islands) cover only those who participate in fish rearing. With the consolidation of the industry many tasks, which otherwise would have been done by employees, were outsourced to subcontractors (Rana, 2007). Aquaculture supports many upstream and downstream activities, for example 1 000 people are employed in fish feed production in Norway (FAO, 2005–2010). In most countries, employment in the processing sector is more relevant than in farming; however, it is serviced by capture fishery, also.

Although there are no separate data for species in other countries, the above-mentioned is valid for the Scottish salmon industry and the seabass/seabream culture in Turkey and Spain. Intensive farming of sturgeons, African catfish, turbot and eel is also characterized by high labour productivity and few

[82] The Faroese data contains the employees only, the total employment would be around 700-900 with farm owners and family farms.

dominating producers. Currently one company, Stolt-Nielsen S.A. with some 4 000 tonnes accounts for the half of the world's total turbot production of 8 000 tonnes (Stolt-Nielsen S.A., 2009), but a recently inaugurated farm site by the huge holding Pescanova S.A. is expected to produce another 7 000 tonnes/year from 2010, almost doubling the global production (Pescanova, 2009). As farming of rainbow trout is traditional in Europe, there are many farms (including family farms) engaged in this subsector, most of them using semi-intensive technology in earthen ponds, but a considerable part of the total European trout production comes from large farms using intensive automated technologies.

In contrast to the previous subsectors, the traditional, extensively practiced mollusc culture and carp farming gives relatively more jobs to rural people. In France, Portugal, Spain (where traditional, small-scale mussel farming dominates) and in the Russian Federation, Ukraine, the Czech Republic, Hungary, Belarus, Albania, Moldova, The former Yugoslav Republic of Macedonia, Serbia (where extensive pond culture is dominant) the contribution of aquaculture to total employment is higher than its relative economic weight (Table 7). That means that labour productivity is considerably lower in these subsectors, generally the value added per employee is below US$10 000; in other words, extensive fish culture offers more jobs per unit production.

In absolute terms, the employment in aquaculture is the highest in the Russian Federation (27 200 people), France (21 600), Spain (11 900), Ukraine (8 000) and Portugal (6 500). In relative terms, aquaculture is of a highest social importance in the Faroe Islands (2.15 percent of the total employment), while, to a minor extent, aquaculture in Albania, Norway, Portugal, Moldova and Greece is also a mayor employer contributing 0.10–0.25 percent of the total employment (Table 7).

Table 8 shows aquaculture employment in the coastal NUTS-2[83] regions of the states of the European Economic Area. The data imply that, behind the Faroe Islands, there are only two regions in Europe (Algarve in Portugal and Poitou-Charentes in France) where the aquaculture dependence rate exceeds 1 percent. There are no available data on the regional division of aquaculture in inland countries, but it is supposed that it is very rarely so concentrated spatially to have considerable social impact on the level of macroregions.

The regions where aquaculture offers a significant number of jobs (more than 2 500) are the Atlantic coastal regions characterized by traditional mussel and oyster farming in small family-owned enterprises and cooperatives: Galicia (Spain), Poitou-Charentes, Bretagne, Lower Normandy (France) and Algarve (Portugal). This confirms that extensive shellfish culture is very labour-intensive, providing an important source of income to rural communities accounting for the 0.39–3.17 percent of total employment. Modern aquaculture subsectors like salmonid and seabream/seabass farming contribute to 0.31–0.75 percent of the total employment in some coastal regions of Norway (Northern Norway, Western Norway, Trondelag), Scotland (Highlands and Islands) and Greece (Epirus, Central Greece). However, to a minor extent, the traditional shellfish farming along the Mediterranean coast also has a notable role in the society in some regions of Spain, France and Italy. Although it is not represented in the table, aquaculture is also a significant employer in some NUTS-2 regions of inland countries, like Hungary and the Czech Republic, accounting for up to 0.1 percent of total employment. The regional division of aquaculture employment in non-EU and non-EFTA[84] states like the Russian Federation and Turkey is not available.

[83] The Nomenclature of Territorial Units for Statistics (NUTS) is a standard developed by the EU for referencing the subdivisions of countries for statistical purposes. For each EU member country, a hierarchy of three NUTS levels is established, from NUTS-1 referring to larger regions to NUTS-3 comprising smaller administrative units.
[84] European Free Trade Association (www.efta.int/)

Table 8. Employment in aquaculture in some coastal NUTS-2 regions of European Economic Area states

NUTS-2 region	Country	Employment in aquaculture	Total employment	Dependence rate (aquaculture employment as % of total)
Algarve [a]	Portugal	6 053	191 000	3.17%
Poitou-Charentes [a]	France	7 879	714 000	1.10%
Galicia [b]	Spain	9 000	1 105 000	0.81%
Highlands and Islands [a]	United	1 989	273 000	0.73%
Northern Norway [c]	Norway	1 383	229 000	0.60%
Epirus [d]	Greece	715	131 500	0.54%
Central Greece [d]	Greece	1 170	223 000	0.52%
Lower Normandy [a]	France	2 664	567 000	0.47%
Western Norway [c]	Norway	1 755	425 000	0.41%
Bretagne [a]	France	4 860	1 247 000	0.39%
Trondelag [c]	Norway	654	211 000	0.31%
Region of Murcia [b]	Spain	1 348	473 000	0.28%
West Greece [d]	Greece	660	270 700	0.24%
Border, Midland, Western r.[a]	Ireland	1 027	459 000	0.22%
Languedoc Roussillon [a]	France	1 676	808 000	0.21%
Peloponnese [d]	Greece	421	251 600	0.17%
Aquataine [a]	France	1 458	1 090 000	0.13%
Central Macedonia [d]	Greece	931	757 000	0.12%
Pays de la Loire [a]	France	1 690	1 630 000	0.10%
Sardinia [a]	Italy	507	548 000	0.09%
Pomeranian Voivodeship [a]	Poland	630	684 000	0.09%
Southern and Eastern r. [a]	Ireland	971	1 337 000	0.07%
Latvia [a]	Latvia	426	1 007 000	0.04%
Apulia [a]	Italy	527	1 247 000	0.04%
Emilia Romagna [a]	Italy	746	1 849 000	0.04%
Denmark [a]	Denmark	854	2 707 000	0.03%
Andalusia [b]	Spain	715	2 585 000	0.03%
Veneto [a]	Italy	503	2 004 000	0.03%

[a] Data for 2002-2003, *Salz* et al., *2006*
[b] Data for 2004-2005, *Salz* et al., *2006*
[c] Data for 2008, *Statistics Norway, 2009a; Statistics Norway, 2009b* and *http://en.wikipedia.org/wiki/NUTS_of_Norway*
[d] Data for 2006, *GSNSSG, 2009; Salz* et al., *2006*

In the European aquaculture sector, the majority of the workers are men. The Russian Federation is the only country where fish culture is dominated by women (FAO, 2003–2010). Generally on-site work is done by men, whereas women work as accounting and secretarial personnel, except in shellfish culture, where women participate in the production and harvest work. In most countries, the share of women in total employment does not exceed 30 percent (Figure 16). The relatively high share of women in the Spanish and French aquaculture sector can be explained by the important relative weight (at least in terms of employment) of mussel and oyster farming.

In the extensive aquaculture subsectors like pond farming, the share of employees with higher education is low; most employees have primary or secondary school education. The relatively well-trained people are usually the farm managers. A key issue in the development of aquaculture in Central and Eastern Europe is human resource development (FAO/NACEE, 2007).

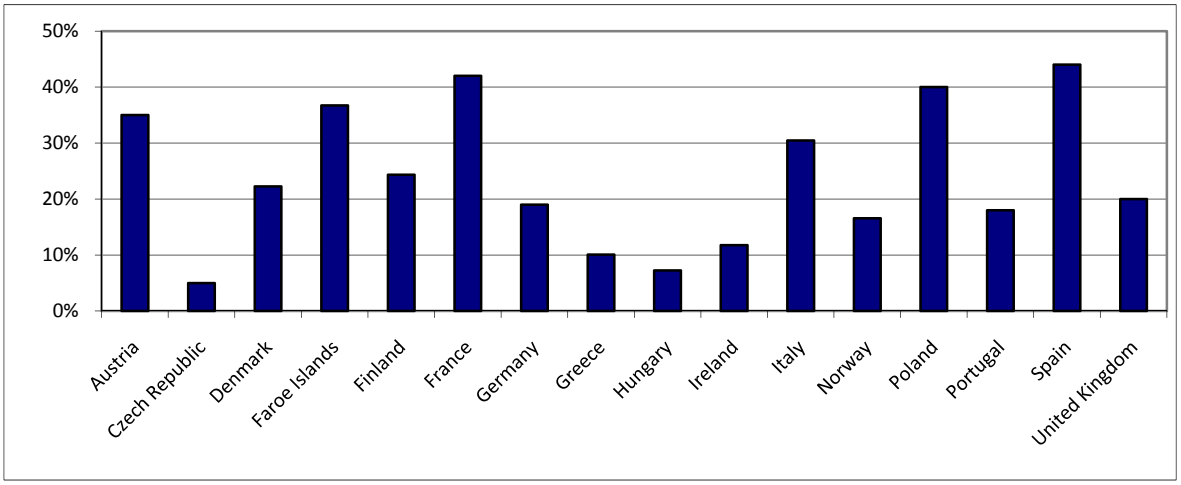


Figure 16. Share of women working in aquaculture in some European countries (as percent of total employment. *Source*: Salz *et al.*, 2006)

On the other hand, among the employees in higher-profile aquaculture subsectors (salmonid and seabass/seabream cage culture) the percentage of skilled workers is higher due to the sophisticated technology. It is particularly true for the administration and service sector to the industry where a major change from unskilled to skilled labour force has also taken place and the number of employees with academic qualifications has increased (Rana, 2007).

7.1.3 Contribution of aquaculture to food security

The role of aquaculture as a component of the daily diet of poor rural households is of major importance in case of low-income countries. Currently, the Republic of Moldova is the only LIFDC (low-income food-deficit country) in Europe, but until 2007, Albania, Belarus and Bosnia and Herzegovina belonged to that group as well. The latter countries have since exceeded the income threshold (gross national income of around US$1 700 per capita), for LIFDCs, but, they are still in a net food importer position further aggravated by their relatively low income. In addition to the previously mentioned countries, the fish production of The former Yugoslav Republic of Macedonia and Ukraine is worth to be analysed from a food security point of view, as these countries are also lower-middle income countries with a GDP per capita less than US$10 000.

It can be seen in Table 9 that local aquaculture production does not have a major role in food security issues in the listed countries. As the vast majority of cultured fish is consumed locally, cultured fish accounts for about 1.8 and 1 percent of total animal protein intake in Bosnia and Herzegovina and Moldova, respectively.

7.2 Salient issues and success stories

It is important to note the change in the structure of higher-profile aquaculture subsectors (like salmon and seabass–seabream farming). Corporate consolidation and the increased vertical integration of aquaculture companies (equipment and feeds production, juvenile production, pre-fattening, on-growing units, processing & distribution, R&D units) have become evident. Consequently, many small and family-owned businesses have been consolidated, merged or sold in favour of national and international companies. The absolute number of businesses engaged in aquaculture of key species has declined across the region, while production has increased significantly (Rana, 2007). In the EU, in 2006 there were 16 aquaculture companies which revenues exceeded EUR20 million, out of which 8 (7 Greek and 1 Spanish) are seabass/seabram farms and 4 are salmon farms (all in Scotland). In Norway 39 aquaculture companies belonged to that group, possibly all are salmonid farms. The seven largest Greek fish farms (all involved in seabass/seabrem production) account for approximatley 80 percent of the total net sales revenues of all the Greek fish farms, while 4 Scottish salmon farms represent 70 percent of total net sales revenues of all the fish farms registrated in the UK (Ernst & Young *et al.*, 2008a).

Table 9. Contribution of total consumed fish and cultured fish to daily diet in 2005

Country	Total fish supply – apparent consumption (kg/capita/ year)	Contribution of fish to protein supply		Local aquaculture production (kg/capita/ year)	Estimated contribution of locally cultured fish to protein supply	
		Fish/ Animal Proteins (%)	Fish/Total Proteins (%)		Fish/ Animal Proteins (%)	Fish/Total Proteins (%)
Albania	4.5	2.7	1.4	0.47	0.3	0.1
Belarus	15.5	8.5	4.7	0.42	0.2	0.1
Bosnia and Herzegovina	7.3	7.1	2.3	1.81	1.8	0.6
Moldova	11.4	9.5	4.1	1.15	1.0	0.4
The former Yugoslav Republic of Macedonia	4.8	4.2	1.7	0.43	0.4	0.2
Ukraine	16.7	12.3	5.5	0.61	0.5	0.2

Source: FAO, 2009a; FAO, 2009b

This change has been driven by several factors, the most important ones being falling fish prices, market restructuring where the multiple retail stores increasingly dominate access to the consumer, environmental pressures and competition for space. More often, the maturation of the industry, with more professional businesses, more efficient production, vertical integration and market development, is considered a very significant driver (Rana, 2007).

However, the tendency towards concentration, automation and rising labour productivity (in other words: less employees per unit production) raises a number of social sustainability issues. Aquaculture was originally expected to bring about rural employment (given the decreasing capture fishery) and regional development, but, as stated by EUROFISH in relation to the salmon industry in Norway, "is now starting to look like a low margin commodity business dominated by large international groups" (EUROFISH, 2003).

Although the increase in the number of joint stock companies has increased the opportunity of the general public to have a share in aquaculture in stock exchanges, such distribution of benefits is unlikely to promote the goals of rural development, as the main benefits of farming do not reach the local communities, which only participate in the aquaculture industry as workers.

7.3 The way forward

Currently, extensive pond farming and shellfish culture employ a vast majority of the workers in the European aquaculture in spite of their relatively minor importance in terms of production quantity and value. However, the low productivity indicators raise the issue of competitiveness. Obviously, these subsectors of aquaculture have been stagnating for a while and have not been able to keep pace with the booming mariculture subsectors. Extensive carp culture faces a stagnant demand for its traditional products and has to find new solutions for increasing its production value (trough niche products and diversification). In fact, one of the main aims of rural development is generally the increase in agriculture productivity without decreasing the employment. In other words, both the social and economic aspects of sustainability must be taken into account during the development of the traditional forms of aquaculture, while the formation of huge dominating concerns from small and medium enterprises should be avoided. The distribution of economic benefits (both in the form of profit and/or wage) of the Eastern European aquaculture should be less concentrated than in the salmon industry. Opportunities exist to expand further efforts on improvements of labour skills and capabilities.

8. EXTERNAL PRESSURES ON THE SECTOR

8.1 Status and trends

The future development of European aquaculture may be affected by a wide range of external factors that are likely to impact its competitiveness and long-term sustainability. These may be summarized as being:

- environmental factors (climate change and changing weather patterns, fish disease issues, changes in natural seed stock availability and industrial or other pollution effects);
- variations in inputs to the sector (wild seed stock, fishmeal and oil supplies, shellfish and other seed stock availability, energy costs, labour costs, etc.);
- trade (changes to trade policy and tariffs);
- government policy (regulatory frameworks);
- financial factors (investments, exchange and interest rates, taxation levels, insurance assessments and premiums);
- competitive factors (new species, new product forms, new producers);
- global and regional economic crises (changes in consumer preferences and purchasing power).

Of these, most subsectors in Europe are vulnerable to changes in environmental factors linked to the location of aquaculture operations in coastal and estuarine areas or near major river networks in central Europe, but also linked to a long production cycle (up to 3 years in some cases), during which time production stocks are vulnerable.

8.1.1 Climate change

Despite the importance of climate change at a global political level, and its potential implications for fisheries and aquaculture (Cochrane *et al*., 2009), the potential impacts of climate change on European aquaculture are not well documented. As is the case in several studies on the effects on global aquaculture (for example, Handyside *et al*., 2006) the impacts to aquaculture in Europe would be a result of sea surface temperature changes, changes in currents and winds, sea level rise, increase in the frequency/intensity of storms, higher inland water temperature, floods, drought and other water stress, such as worsening water quality.

Most of the aquaculture foresight studies carried out over the recent years in Norway (Research Council of Norway, 2005) and at the EU level (FEUFAR, 2008a,b) mention climate change and its effects as major drivers that affect future scenarios and suggest that research is needed to look at the impacts at two levels, notably, on understanding the impacts and adaptation by the fisheries and aquaculture sectors.

Shifts in production and species selection. The Research Council of Norway has funded several investigations into the effects of climate change on Norwegian aquaculture, which obviously have effects on European supply and production. Mainly concerned with the effects of sea-surface temperature, the principal findings (Research Council of Norway, 2005) are related to the choice of species for production and the change in production areas for the major species in production. Salmon (and cod) farms are principally located in central Norway and, according to the Institute of Marine Research (IMR), ocean temperatures above 18 °C could become common in summertime in mid-northern regions of the country (Lorentzen and Hannesson, 2006). Waters this warm are unfavourable to both salmon and cod production, hence the production of these species would need to be relocated further north.

Conversely, higher ocean temperatures could enable the successful production of species such as turbot, scallops and lobster off Norway's southwest coast.

Higher pressure of infection and more escapes. The parasitic sea lice are a major problem for the salmon aquaculture sector and they develop far more quickly in warmer waters. Hence, while improved growth rates of salmon in warmer water could shorten the production cycle, the infection pressure from lice would also be increased for both farmed and wild populations. The increase in parasitic, but also bacterial infections (such

as *Francisella piscicida*, a bacterium affecting cod) could lead to more stress in fish and a resultant depression of fish immune systems.

Furthermore, extreme wind conditions caused by the climate change could lead to more frequent and greater damage to fish cages, increasing the risk of fish escapes. The SINTEF Centre for research-based innovation in aquaculture technology (CREATE[85]) is focusing research on operations and design of fish farms with the aim of reducing the probability and extent of any escape incidents. The Research Council of Norway has launched a ten-year research programme on climate change and its impacts in Norway (NORKLIMA).

The EU FP7 research project Prevent Escape[86] will assess technical and operational causes of escape incidents, assess the extent of escapes of reproductive gametes and fish, determine the inherent behaviours that pre-dispose certain species of fish towards a higher probability of escaping, and document the dispersal of escapees to develop and test recapture strategies. Information from these components of the project will feed into research aimed at improving operations and equipment production, and advancing national and international standards for the design, construction and use of aquaculture equipment. This research will allow determination of practical, implementable measures to prevent escapes and mitigate the effects of escapees.

This focus by the Norwegian research community on providing the knowledge required for future coastal zone policy and spatial planning is an example that is being mirrored to various extent in other European countries.

Water and inland aquaculture. One of the principal issues related to pond aquaculture in Central and Eastern Europe is the valorization of the sector in terms of putting a value to the ecosystem services that it provides. One of these is the buffering effect that ponds have on water availability, whether in excess (flooding) or in insufficient amounts (drought).

Although literature is scarce on this effect, it is clear that aquaculture activities in pond and river systems influence the hydrological regime of neighbouring areas. For example, managed ponds in Poland are usually intensively filled during the early spring when river levels are high. During the summer months, they act as semi-natural water reservoirs, where many animals (including many endangered bird species) have an abundant source of water and these ponds constitute potential emergency reservoirs of water during drought periods for agriculture and potentially for other industrial uses. It is very likely that unmanaged ponds (farms) would not have the water buffering effect described above, because they would quickly become blocked or shallow with silting effects and potentially naturally drained in just a few years.

8.1.2 Other factors

Inputs to the sector. One of the main questions related to the sustainability of the European aquaculture sector is the availability of fishmeal and fish oil, given that finfish production in the region is largely based on carnivorous species. While the trend on the use of fish meal and fish oil in Europe has been declining over the recent years because of a better conversion and reduction in aquaculture feeds, it remains a critical issue.

One initiative in Europe is the QUEST-Fish project[87] that has been estimating since 2007 the primary (phytoplankton) and secondary (zooplankton) production in key coastal–ocean fisheries around the world under climate change scenarios; developing climate-forced models of fish biomass and production; investigating the socio-economic consequences of climate-driven changes in fish production for global fish-based commodities, such as fishmeal and developing improved ways of assessing the vulnerability of fisheries to a future climate change in the context of other drivers of change: supply–demand changes, governance scenarios and macro-economic changes (e.g. fuel price changes).

---

[85] www.sintef.no/Projectweb/CREATE/
[86] www.sintef.no/preventescape
[87] http://web.pml.ac.uk/quest-fish/background.html

The supply of seed (especially bivalve molluscs) is also important for the future of the sector and is linked to natural spat production and access to natural spat areas for collection. The development of hatchery technologies for bivalve molluscs is generally well-advanced in Europe, although there are few commercial hatcheries in operation.

The cost of energy is also important for most producers. However, capture fisheries are for the most part more energy-intensive than aquaculture production, and if energy prices will settle at a permanently higher level in the future, this would give aquaculture producers a relative advantage over products from capture fisheries.

Trade. It is likely that European aquaculture will develop on the basis of the production of niche products (mostly fresh and primary-processed finfish) on land in freshwaters and in coastal waters as well as the production of bivalve molluscs in coastal and estuarine areas. With imports of aquaculture products (mainly from Southeast Asia) looking set to at least remain at their current levels (and probably increase further as demand increases), global trade issues will have a high impact on the sector. Chile, despite its present problems, is likely to return as a supplier of frozen salmon to the European processing industry.

Further issues relating to trade and the markets are addressed in Chapter 6.

Financing and insurance. Storm damage already accounts for a high percentage of aquaculture insurance claims. In Spain, Agroseguro – a pool of more than 40 insurers co-insuring agriculture risk – has estimated that claims for weather-related risks will continue to increase, both in the coastal sector of the country and the inland trout sector, which has already experienced drought issues for some years.

If future extreme weather events are likely to increase in intensity, the impact on all aquaculture production (coastal and inland) would likely be in terms of risk management and insurance is of course an important factor. Future investment in aquaculture production may be as important, especially in regions that are at risk to weather events and/or offshore installations.

8.2 The way forward

At policy level. The use of Geographical Information Systems (GIS) for spatial management in aquaculture is a strong support tool to national country plans and strategies for aquaculture development (for example, as submitted for access to the European Fisheries Fund) and it is frequently used in studies that are looking to document climate changes and propose future strategy. The European Maritime Strategy (European Commission, 2008a) highlights the importance of spatial planning and its cross-cutting effects across different sectors. The new European Commission aquaculture strategy (European Commission, 2009a,b) encourages Member States to establish more aquaculture production areas and/or review the licensing system for existing operations.

Science-based policy decisions in Europe could therefore have a critical role to play in the future of aquaculture in the area, with perhaps a focus on food security issues for European citizens (which, since the Common Agricultural Policy and the Common Fisheries Policy, have not been on the political agenda).

Given that certain environmental changes could actually be favourable to productivity in certain aquaculture sectors (for example better growth potential with increased water temperature; nutrient enrichment in mussel culture areas), a fairly high potential exists for reviewing aquaculture policy with a view to increasing production in European countries.

This should, however, be linked to pan-European marketing and promotional activities, which, up to now, are for the most part carried out by the single Member States. In this respect, the potential creation of the new European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture by the European Commission could make an important contribution in terms of trade and market information and analysis.

At political level. The European Parliament Intergroup on Sustainable Development (ISD) has provided a forum for European Parliamentarians to learn about, debate and form policies geared towards sustainable

development in a cross-sectoral and cross-party manner, making use of outside expertise and participation of stakeholders. The ISD was renamed in February 2009 as the European Parliament Intergroup on Climate Change, Biodiversity and Sustainable Development (EP/ICCBSD), continuing on the basic principle of sustainable development. Its mission now includes climate change and biodiversity effects and its principal objectives are:

- stimulating the conceptual use of mitigation and adaptation to climate change and biodiversity resilience;
- amplifying awareness of the challenges and problem-solving methods addressing climate change and biodiversity;
- verifying the adequacy between the assessment of the current needs and the implementation of programmes related to climate change and biodiversity; and
- empowering and connecting the key players of the sectors and institutional bodies involved in addressing climate change and biodiversity issues by building a synergetic approach.

As an intergroup of the European Parliament, EP/ICCBSD can identify critical barriers impeding the development and adoption of best practice policies and measures and can develop new approaches, legislation and debate. Its links to the Fisheries Committee of the European Parliament provide a new opportunity for the impact of external pressures on the European aquaculture sector to be moved forward at a political level.

Of critical importance to this process is the need for knowledge on the impacts of climate change on European aquaculture. While our knowledge base in terms of the general effects on ecosystems and on the biology of some marine organisms is increasing (e.g. OSPAR, 2009a), there appears to be at present a lack of a tenable link to aquaculture, which is holding back the possibility for European producers and policy makers to actually use this knowledge as an opportunity for aquaculture development in the region.

9. THE ROLE OF SHARED INFORMATION: RESEARCH, TRAINING, EXTENSION AND NETWORKING

While Europe as a whole enjoys a relatively rich aquaculture research environment, it is very diversified and fragmented between public and private institutes, universities and other higher education establishments and private companies. There is a considerable overlap in aquaculture research programmes and dissemination and especially the application of the research outputs remains a challenge. The diversity of language is a barrier to communication and cooperation in certain European countries, as well as to the uptake and application of research results, especially by small-sized enterprises in the region.

9.1 Overview of research and education frameworks

In 2000, the EU created the **European Research Area** (ERA), creating a unified area across Europe, to:

- Enable researchers to move and interact seamlessly, benefit from world-class infrastructures and work with excellent networks of research institutions.
- Share, teach, value and use knowledge effectively for social, business and policy purposes.
- Optimize and open European, national and regional research programmes in order to support the best research throughout Europe and coordinate these programmes to address major challenges together.
- Develop strong links with partners around the world so that Europe benefits from the worldwide progress of knowledge, contributes to global development and takes a leading role in international initiatives to solve global issues.

ERA looked to inspire the best talents to enter research careers in Europe, incite industry to invest more in European research – contributing to the EU objective to devote 3 percent of the GDP to research, and strongly contribute to the creation of sustainable growth and jobs. It has become a central pillar of the EU 'Lisbon Strategy' for growth and jobs, together with the completion of the Single Market, the European 'broad-based innovation strategy' and the creation of a European Higher Education Area.

Following a public consultation in 2007, the Commission and Member States launched the 'Ljubljana Process' in 2008 for the overall political governance of ERA, accompanied by the *European Research Area Vision 2020*, adopted by the Council of the EU in December 2008.

The overall vision is that: "*By 2020, all actors fully benefit from the 'Fifth Freedom' across the ERA: free circulation of researchers, knowledge and technology. The ERA provides attractive conditions and effective and efficient governance for doing research and investing in R&D intensive sectors in Europe. It creates strong added value by fostering a healthy Europe-wide scientific competition whilst ensuring the appropriate level of cooperation and coordination. It is responsive to the needs and ambitions of citizens and effectively contributes to the sustainable development and competitiveness of Europe*[88]".

An extensive country-by-country listing of fisheries research organizations and research programmes in the European Union, Iceland, Israel and Norway (European Commission, 2000b) showed details of the research infrastructure, budgets and organizations, however prior to the main enlargement in 2004 (i.e. not including many CEE countries). Since that time, online databases such as the EurOcean databases[89] are becoming comprehensive.

The EU Maritime Policy (European Commission, 2007a) sets as one of its goals the "development of an environmentally safe aquaculture industry in Europe". As a part of its plan to achieve this, it sets out the need to improve the contribution of research to innovation and to enhance the transformation of knowledge and skills into industrial products and services. Two key measures to assist in this are the development of an EU

[88] http://ec.europa.eu/research/era/2020_era_vision_en.html
[89] www.eurocean.org, www.mrtd.eurocean.org/

Marine Observation and Data Network and the creation of a European Marine Science partnership for a concerted dialogue between the scientific community, the industry and policy makers.

EU research is divided into multi-annual Framework Programmes that link specific Work Programmes to EU policy and focus on research that requires a pan-European approach, beyond that of individual countries. The European Union's 6th Framework Programme (FP6) (2000-2006) funded 458 marine research projects worth over EUR848 million in grant aid. Data presented by the Commission to the Informal Group of RTD Liaison Offices (IGLO) in Brussels in 2008 identified a further 124 marine research projects (grant aid of EUR297 million) funded under the FP7 (2007–2013) to date.

FP6 supported a total of 159 funded projects in fisheries and aquaculture (European Commission, 2008c), through five objectives:

- solving policy problems via pragmatic applied research with short duration projects;
- promoting excellence in science in priority thematic areas of food quality and safety;
- developing international cooperation activities and specific research activities for SMEs;
- capacity building through mobility of researchers (Marie Curie actions); and
- promoting the coordination of research programmes among Member States.

New research tools were provided to help achieve these objectives, notably the creation of large Integrated Projects involving multiple partners (for example the SEAFOODplus and AquaMax projects[90]) and Thematic Networks in areas such as marine genomics and aquaculture breeding.

It should be noted that New Member States (NMS) of the EU are still quite under-represented in EU funding schemes. Researchers from the new Member States represent 14 percent of the total population of EU researchers, but only represent 11.2 percent of the applications reaching the final evaluation stage for grants and 9.3 percent of all applicants selected to receive grants (Notman, 2009). The report of the European networking session "*Better Integration of the New Member States (NMS), Candidate and Associated Countries (ACC) into FP7 ICT*" dealing with this problem[91] identified the following reasons (the event concentrated on information and communication technologies, but most of the identified problems are valid for aquaculture as well):

- Lack of long-term, sustainable national policies, strategies, priorities and programmes. Insufficient funds allocated to research. Inadequacy of national programmes supporting excellent research, cutting-edge technologies and research centres.
- Lack of industrial research; almost all research is carried out in academia and research institutes, funded by the government
- Lack of cooperation and common projects between academia and industry research.
- The quality of the work of National Contact Points (NCP) varies significantly among countries. It depends a lot on logistic and administrative support in the relevant country and the abilities/dedication of the NCP person. These issues have had a significant impact on the quality of the dissemination of information.
- The lack of essential experience and confidence impedes the involvement of NMS in consortia as coordinators. Problems related to management skills and proposal writing lead to unsatisfactory evaluation results gained by institutions trying to act as coordinators. Almost in all projects from the above-mentioned countries, researchers have been involved only as partners.
- There is still insufficient networking and exchange of good practices among research partners from old and new EU Member States (common workshops, brokerage and networking events etc.).

[90] www.seafoodplus.org, http://www.aquamaxip.eu
[91] http://ec.europa.eu/information_society/events/cf/ict2008/item-display.cfm?id=555

- It is very difficult to enter into consortia with experienced coordinators and top and key researchers and industry players. Successful partners tend to cooperate with already known partners and avoid the risk of carrying out projects with new partners whose reputation is not known to them. On the other hand, the lack of good promotion of NMS research organizations and their poor visibility does not help to establish a sound reputation for even excellent research organizations.

The Norwegian research system is often described as being divided into three levels: a research policy level, a research strategy level and a research-performing level. The research policy level comprises the Storting (Norwegian national assembly), the Government and the ministries. The Research Council of Norway is the key institution at the research strategy level, although the universities and colleges also have important functions in strategic research planning. The research-performing level consists of the higher education and independent institute sectors as well as the industrial sector. Innovation Norway provides support to technology transfer as well as industrial development for small and medium enterprises (SMEs).

The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK[92]) is the leading agency for management, funding and conduct of research in Turkey. It was established in 1963 with a mission to advance science and technology, conduct research and support Turkish researchers. TÜBİTAK is responsible for promoting, developing, organizing, conducting and coordinating research and development in line with national targets and priorities, acts as an advisory agency to the Turkish Government on science and research issues, and is the secretariat of the Supreme Council for Science and Technology (SCST), the highest science and technology (S&T) policy-making body in Turkey. TÜBİTAK also develops scientific and technological policies and manages R&D institutes. The council funds research projects in strategic areas, develops support programmes for the public and private sectors, publishes scientific journals, popular science magazines and books, organizes science and society activities and supports undergraduate and graduate students through scholarships.

Research in **other European countries** is mainly conducted in state-run research institutes and universities. No significant changes have taken place (in terms of the organization and management of programmes) since the regional aquaculture review for the Central and Eastern European region in 2005 (FAO/NACEE, 2007), although the establishment of the Network of Aquaculture Centres in Central-Eastern Europe (NACEE, see below) has been a notable exception in trying to better coordinate RTD activities at the level of cooperation between aquaculture R&D institutions.

A pan-European education network that is a good model for other initiatives and regions is AQUA-TNET, the European thematic network in the aquaculture, fisheries and aquatic resource management sector, bringing together more than 100 partners from almost every EU member country, as well as associated partners from countries outside of Europe. Set up in 1996 as a tightly-knit collaboration of university departments and research institutes, AQUA-TNET plays a leading coooperative role between higher education institutions and other partners such as academic organizations, research institutions and industry, in order to enhance quality and to define and develop a European dimension within its academic disciplines. Its multi-faceted approach has enabled AQUA-TNET to make a real contribution to uniting academic and vocational aspects of the Bologna reforms, aiming for greater compatibility and comparability of the systems of higher education in Europe. AQUA-TNET's website[93] provides a wealth of resources such as the latest EC policies, general information, reports, tools and interesting databases.

9.2 Foresight studies to identify key research issues and trends

Funded by the EU Sixth Framework Programme, a project entitled "Future of European Aquaculture and Fisheries Research" (FEUFAR)[94] set out to define the research required in the medium term (ten years), to permit exploitation and farming of aquatic resources set against the context of key challenges and risks for

[92] www.tubitak.gov.tr
[93] www.aquatnet.com
[94] www.feufar.eu

meeting sustainability requirements. The methodology consisted of (i) describing the system, (ii) detecting the driving forces in the system, and (iii) constructing hypotheses about the driving forces, leading to potential scenarios for the future. Besides being a foresight exercise, FEUFAR was a participatory process, in which suggestions for a research agenda were supported by input and peer review from the scientific community and validated by the user/industry/NGO community.

One of the outputs of the initiative was a review of 26 foresight studies done in the fields of fisheries and aquaculture (FEUFAR, 2008a,b). These studies can be divided into four broad types, namely: those that consider the whole marine environment; those that provide specific scenarios for fisheries and/or aquaculture; those that constitute personal visions of the future, and those primarily concerned with establishing research priorities. Fisheries (and especially aquaculture) are often only mentioned in very brief terms; however, in some of these studies (in particular, the Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) and the Alternative Future Scenarios for Marine Ecosystems (Pinnegar *et al.,* 2006), these sectors are examined in considerable detail with specific visions for particular fleets and/or aquaculture types. The GAUFRE ("Towards a Spatial Structure Plan for Sustainable Management of the North Sea") scenarios (Maes *et al.* 2005) are unusual in that they explicitly consider the spatial dimension, with an assessment of the extent of fishing and aquaculture activities (among others) in the coastal waters of Belgium.

The French National Institute for Agricultural Research (INRA) published five scenarios specifically for pisciculture (freshwater finfish-based aquaculture) up to the year 2021 (INRA, 2007). After identification of the key driving forces, 18 partial scenarios were combined into five scenarios, which can be broadly characterized as follows: (1) changes at a global level lead to a national reprioritization, (2) liberalized world markets, (3) environmental focus forces aquaculture elsewhere, (4) European control and encouragement, and (5) technological development, driven by consumers and convenience, solves all problems.

In terms of the **actual RTD issues** identified by the foresight studies, three examples are provided in this review, notably for Norway (Research Council of Norway, 2005), Ireland and Europe as a whole. Only aquaculture research topics are given.

- The ***Norwegian Aquaculture 2020*** (Research Council of Norway, 2005) study provided a list of priority research areas (regardless of scenario), which included farming biology and technology; new materials – new technologies; feed resources – new feed ingredients; new species in aquaculture; health and welfare of aquaculture species; ethical and sustainable aquaculture production; safe and healthy seafood; sustainable use of the coastal zone; market and product development, transportation and logistics. The authors also considered how research might be organized and financed (e.g. by private companies or government institutes), the role of biotechnology and the level of international cooperation.
- The Irish study ***Sea Change: a marine knowledge & innovation strategy for Ireland*** (Marine Institute, 2006) outlined a large number of specific research priorities (RTDI – Research, Technological Development and Innovation – requirements) for finfish aquaculture, shellfish aquaculture and capture fisheries (as well as seaweed research). While the full list provides a mix of research topics and strategic or legislative priorities, only the RTDI topics are listed here – and these may represent a good basis for a list of research priorities in Europe as a whole (see Table 10).

The Irish study also introduced the concept of "Discovery Research", which includes development of leading-edge multidisciplinary research and encompasses programmes that focus on marine biotechnology and marine "functional foods".

At the pan-European level, **FEUFAR** listed its aquaculture research topics under four headings. These areas and the research topics that accompany them are listed in Table 11.

Table 10. Research priorities from the Irish "Sea Change" foresight study, 2006 (adapted from Marine Institute, 2006)

Finfish Research Priorities	Shellfish Research Priorities
Market research for organic products and 'environmentally friendly' products	Applied research on biomass, seed availability and optimisation of production methods
Research opportunities to add functional food properties to organic production	Dynamic nutrient and/or chlorophyll driven carrying capacity models for key production bays
Development and licensing of appropriate vaccines for key viral diseases and parasites (pancreas disease, infectious salmon anaemia, sea lice)	Selective breeding programmes for abalone and urchins
Effective carrying capacity modelling capability	Alternatives to bio-assays and development of rapid assays/field tests for biotoxins
Improved environmental forecasting monitoring	Remote monitoring/predictive systems for harmful algal bloom occurrences
Cage development and management systems, including ancillary technology needs	Interactions between shellfish aquaculture and the environment, with an emphasis on inter-tidal culture/bird interaction
Broodstock programmes for screening native species as suitable aquaculture strains	

9.3 New developments in dissemination and outreach

No segment of the European aquaculture sector would exist today without having achieved innovative research and development that has been successfully transferred into the professional domain. While much of the original research requirements tended to focus on biological issues, the need to improve farm efficiency and performance has encouraged new approaches in, for example, nutrition, health, management, engineering and equipment, product development and product diversification.

Outreach activities have also been extended to cover interaction between, for example, producer organizations and environmental or conservation NGOs, as well as between sector representatives and consumer organizations. However, cooperation between representative associations of the full value chain (producers, processors and retailers) is one area that needs further development, although initiatives such as the development of standards for responsible aquaculture are making headway.

9.3.1. Organizational coooperation

The cooperation between organizations operating at a pan-European level has improved greatly over the last decade. This improvement has not only been seen in European aquaculture associations, but also within the wider marine and maritime areas and between stakeholders in the sector.

At the general marine level, the Marine Board of the European Science Foundation (ESF-MB) facilitates enhanced coordination between the directors of European marine science organizations (research institutes, funding agencies and research councils) and the development of strategies for marine science in Europe. Supporting information portals such as EurOcean[95] and networks of networks such as MarinERA[96] are also including aquaculture as a stakeholder in the broader marine science sector.

The **European Aquaculture Society** (EAS[97]) was established in 1976 to promote contacts in aquaculture and disseminate information on this developing activity. These two principal objectives remain intact more

[95] www.eurocean.org/
[96] www.marinera.net/
[97] www.easonline.org

than 30 years later. Since 2007, EAS has looked to further bridge the link between science and the industry by including an industry exhibition and industry workshops in all of its Aquaculture Europe conferences.

Table 11. Research priorities for European aquaculture, as identified by stakeholders in the EU FP6 FEUFAR initiative. (*Source*: adapted from FEUFAR, 2008a, 2008b outcomes. Report *Topics for Research* at www.feufar.eu)

Principal research area	**Associated topics**
Development of diversified healthy seafood for consumers	"New species" for aquaculture: biology of native as well as introduced species (such as fast growers). Research is needed on reproduction, larval development, growth, health and welfare of these species, including low-trophic-level species, in particular, algae, bivalves or other molluscs
	Species "improvement". Growth, flesh quality (fat and omega-3 fatty acid level), and reliability of marine species through selective breeding, sterility, hybrid and triploid strains, as well as GM fish or shellfish, which can benefit consumer health (omega-3 fatty acids, vitamins, microelements)
Decreasing environmental impact of aquaculture	Decreasing the pressure on fish wild stocks through new raw material food sources (non-exploited marine invertebrates, algae, terrestrial vegetables), for fish feed
	Decreasing the use of antibiotics and other medicines
	Decreasing "genetic pollution" of wild stocks from escapes of farmed fish
Development of non-food products, where aquaculture can provide "raw materials" for purposes of other industrial applications	Production of molecules or components for medicine, for biotechnology, such as enzymes (e.g. enzymes from the digestive tract of fish, invertebrates, algae), for food additives (e.g. omega-3 fatty acids or carotenoid pigments from unicellular algae, chitin from crustaceans)
	Production of biofuels from algae and microalgae
	Cleaning some zones from pollution by algal culture for bioremediation of heavy metal or chemical pollutants
Improvement of rearing system technologies	Integrated systems involving algae and finfish or molluscs and finfish and, especially, nutrition and metabolism for the different species involved and conditions of carbon and nitrogen removal from water by different species (e.g. algae, sponges)
	Systems for detoxification: basic research on bioaccumulation and detoxification mechanisms in different mollusc species
	Offshore farming technology associated to renewable energy resources. Lifecycle analysis of the whole system
	Fish growth and welfare in high-density recirculation systems

The Mariculture Committee of the International Council for the Exploration of the Sea (ICES[98]) continues to provide review and advice on marine aquaculture issues and has several expert working groups that have direct relevance to marine aquaculture in Europe, notably on the genetic interactions between farmed and

[98] www.ices.dk

wild cod; integrated multi-trophic aquaculture and disease management, with an emphasis on a risk management approach (ICES, 2008d).

Within **FAO regional fishery bodies**, inland fisheries and aquaculture issues including resource management, introductions and stocking, fish health, predation, market issues and recreation fisheries amongst others (Barg *et al*., 2008) are addressed by the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC[99]). In view of the growing importance of aquaculture, EIFAC recently agreed to initiate the process of changing its name to European Inland Fisheries and Aquaculture Advisory Commission. The General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM[100]) has a specific Committee on Aquaculture (CAQ) established to promote the sustainable development and responsible management of marine and brackishwater aquaculture in the region, and to provide independent advice at technical, socio-economic, legal and environmental level for common standards, norms, guidelines and decisions. In particular, CAQ assesses information or programmes provided by members and relevant stakeholders on production statistics, market data, culture systems, technologies, farmed species and maintains related databases (Barg *et al*., 2008).

General aquaculture associations such as EAS are increasingly interacting with more specific European associations and organizations, including as EUROFISH, the European Association of Fish Pathologists, the European Association for Marine Biotechnology and the European Association for Animal Production.

To decrease overlapping in aquaculture and fisheries research, the European Fisheries and Aquaculture Research Organization (EFARO)[101] brings together 23 research institutes in 19 European countries, thus representing some 3 000 researchers in fisheries and aquaculture, while the membership of the Network of Aquaculture Centres in Centra-Eastern Europe (NACEE)[102] now consists of 45 institutions and organizations from 15 countries (as of 2009).

In education and training, AquaTT[103] (the European Network for Aquaculture Education and Technology Transfer) has, through two recent initiatives, focused on vocational training aspects. The WAVE ("Working in Aquaculture-Validation of Experience")[104] initiative produced a comprehensive master list of vocational aquaculture competences for the industry in ten languages accepted by industry and the VALLA ("Validation of All Lifelong Learning in Aquaculture")[105] project has taken the initiative a step further by creating an occupational and functional map of the sector as well as piloting ways in which lifelong learning training can be validated and accredited in the existing European structures (National Qualifications Frameworks (NQF)[106] and European Qualifications Framework [EQF][107]).

In 2005, FEAP[108] (Federation of European Aquaculture Producers) and the Marine Programme of the World Conservation Union (IUCN)[109] signed a common agreement to cooperate in the development of sustainable aquaculture. Within this framework, IUCN and the General Secretariat for Fisheries of the Spanish Ministry of Environment, Rural and Marine Affairs (MAPA) signed an agreement to cooperate and develop "Guidelines for sustainable development of Mediterranean aquaculture". The objective of these guidelines is to propose recommendations for responsible and sustainable aquaculture, giving support to decision makers, aquaculture producers and stakeholders in the Mediterranean region. The first two guides – *The Interaction between Aquaculture and Environment* and *Site Selection* have already been published (IUCN, 2007; 2009).

---

[99] www.fao.org/fishery/rfb/eifac
[100] www.gfcm.org/gfcm
[101] www.efaro.eu/
[102] www.agrowebcee.net/nacee/
[103] www.aquatt.ie/
[104] www.waveproject.com
[105] www.vallaproject.com
[106] www.qcda.gov.uk/5967.aspx
[107] http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc44_en.htm
[108] www.feap.info/feap/
[109] www.uicnmed.org/web2007/en/index.html; www.iucn.org/about/union/secretariat/offices/iucnmed/

Future guides include species and products diversification; animal welfare and sanitary-ethic aspects; social aspects; food origin and quality; market aspects and aquaculture management.

The combined efforts and cooperation between these organizations have greatly improved the multi-disciplinary impact through a collaborative approach at the European level.

9.3.2 Interregional cooperation

The so-called "Interreg Community Initiative", adopted in 1990, was intended to prepare border areas for a "Community" without internal frontiers. It now helps Europe's regions form partnerships to work together on common projects. By sharing knowledge and experience, these partnerships enable the regions involved to develop new solutions to economic, social and environmental challenges.

AquaReg[110] was a Regional Framework Operation funded under the INTERREG IIIC programme North Zone. It involved cooperation between the regions of Galicia in Spain, the Border, Midland and Western regions (BMW) in Ireland, and Trøndelag in Norway. The objective of INTERREG IIIC was to "improve the effectiveness of policies and instruments for regional development and cohesion". The AquaReg approach and ambition has been to take interregional cooperation one step further, aiming at concrete cooperation at operational level, involving marine industries, marine researchers, marine schools and coastal zone planners in sub-projects. The rationale behind AquaReg was to make a more efficient use of the experience and knowledge of aquaculturists, fishermen and scientists across regional and national borders. The interregional partnership outlined three strategies for achieving the objectives of AquaReg, notably (i) AquaLink: Linking aquaculture/fisheries business and research, (ii) AquaEd: Education and training and (iii) AquaPlan: Coastal zone planning and management. AquaReg successfully funded 12 sub-projects with 35 organizations from the three regions involved, including work on seaweed, cod, pollack, mussels, crabs and lobsters, coastal zone management, regional and student exchange and developing by-products from waste materials. AquaReg established a strong interregional network between research institutions and SMEs in the regions that have outlived the original INTERREG IIIC project.

Several new and important interregional cooperation initiatives financed under the ongoing research framework (FP7) of the European Union address cooperation between aquaculture regions of the world – notably in Sub-Saharan Africa through the SARNISSA[111] ("Sustainable Aquaculture Research Networks for Sub-Saharan Africa") project; in Asia through the Asia-Europe Meeting (ASEM[112]) Aquaculture Platform and in the Mediterranean through the AQUAMED initiative.

9.3.3 Dissemination

More than ten years ago, EAS saw a need to disseminate EU research to industry and created the AquaFlow[113] initiative, based on a similar network in agriculture. AquaFlow made one-page summaries of research projects and sent them out to producer and aquaculture associations across Europe. Later, within the network, the summaries were produced in 16 languages and posted to the AquaFlow website. Regional workshops on specific issues were also organized to obtain feedback and share experiences.

This formed the basis of a next initiative, called PROFET[114]. Through regional workshops, PROFET brought together researchers and producers to exchange ideas on R&D priorities. PROFET provided a breakthrough as it gave the industry the chance to prioritize its needs. This concept was taken further in PROFET Policy[115], where the emphasis was to provide research support to policy-makers, not just in the aquaculture sector, but also in fisheries.

---

[110] www.aquareg.com
[111] www.sarnissa.org/tiki-index.php
[112] www.asemaquaculture.org/component/option,com_frontpage/Itemid,1/
[113] www.aquaflow.org
[114] www.feap.info/news/RTD/profet_en.asp
[115] www.profetpolicy.info

In support of the AQUA-TNET education network[116], AquaTT also produces education and training e-newsletters, the "Training News", sent out monthly to several thousand recipients.

The common partners in these projects, FEAP, EAS and AquaTT continue to work together to combine their activities towards bridging the gap between science and the sector**.** The inclusion of FEAP (and its national member associations) as a key partner in these dissemination activities has been crucial in providing a channel for communication, and hence impact, of the outputs of European research.

9.4 Technology transfer mechanisms

The classic approach to technology transfer – where one country remains 'self-sufficient' in its support to the sector – is still practiced across Europe, and is exemplified by Norway, where research providers and education establishments are very well coordinated with the industry sector and where the industry has a significant 'stake' in the identification of research priorities.

However, there are many examples of technology transfer that go across borders and disciplines, overcoming physical distance with the use of the Internet for overcoming language barriers and for remote or virtual knowledge transfer and learning.

New approaches to technology transfer – specifically in Central and Eastern Europe – are exemplified by two initiatives: namely, the AquaInnovation[117] network and the ongoing SustainAqua[118] project.

- AquaInnovation looked to enhance innovation and technology transfer within the European aquaculture sector and to support small- and medium-sized companies in the sector to develop and adopt new technologies and practices. The initiative developed interactive services for SMEs under four headings – Knowledge base, Partnering, Benchmarking and Learning – with notably online courses on water recirculation and vaccination, in conjunction with cost-benefit calculators for individual farms.
- With a focus on freshwater aquaculture, SustainAqua has developed options for upgrading existing aquaculture farms in the direction of product diversification, quality improvement and optimisation of production processes. Case studies in Hungary, Poland, the Netherlands, Denmark and Switzerland each focus on one of Europe's most relevant freshwater aquaculture fish species. SustainAqua has developed a practical implementation guide in 12 languages for European aquaculture SMEs and the initiative has also produced a wiki at http://wiki.sustainaqua.org.

The criteria for evaluating research proposals made for EU calls have also developed to address technology transfer issues. Certain types of projects are obliged to have significant training elements as part of their activities and the demonstration of the impact of the research now has a significant weighting in the overall evaluation.

There are also new initiatives that look to unlock the knowledge potential of previously funded research activities by addressing the acknowledged problem of information and data rescue. Examples included the projects Marine TT and AquaInnova that have recently started and which identify research outputs with the most promise for technology transfer, training and education, policy making, or further research; and to connect and transfer knowledge to key stakeholders, customising communication methods to end-user needs, and making best use of cost-effective channels for communication.

9.5 The European Technology Platforms and Aquaculture

In order to reinforce the innovation processes that are required within a modern and developing Europe, the European Commission has introduced and promoted the development of so-called "Technology Platforms".

[116] www.aquatnet.com
[117] www.aquainnovation.net
[118] www.sustainaqua.org

The basic concept of these "platforms" is to provide a framework for stakeholders, led by industry, to define RTD priorities and action plans on a number of strategically important issues where achieving Europe's future growth, competitiveness and sustainability objectives is dependent upon major research and technological advances in a medium to long term. These RTD priorities form a Strategic Research Agenda and the platforms also have a role in implementing results through effective dissemination and technology transfer mechanisms. Thirty-five European Technology Platforms are listed, which cover a wide range of industrial sectors[119], such as forestry, food, fuels, communications, steel, nanotechnology.

9.5.1 The European Aquaculture Technology & Innovation Platform (EATIP)[120]

The impetus to create a separate technology platform for aquaculture came from the recognition of the sector as a complete value chain, which provides highly nutritious and desirable products for the consumer and which depends on research, technology and innovation for its continuing development. The European Aquaculture Technology and Innovation Platform was thus initiated in 2007 and officially recognized in 2009. It comprises a Board of Directors made up of senior industry representatives and operates through seven "thematic areas" of interest, each of which has a chairperson from the industry and a facilitator from the research sector and which cover important sectoral areas of importance within the aquaculture value chain. These are:

1. product quality and human safety and health;
2. technology and systems;
3. managing the biological lifecycle;
4. sustainable feed production;
5. integration with the environment;
6. aquatic animal health and welfare; and
7. knowledge management.

The immediate task of each thematic area is to prepare a draft Strategic Research Agenda on its subject matter, using expertise drawn from industry, RTD and other relevant stakeholders. Working groups cover specialized topics contained within the overall scope of the thematic area in question. For example, the biological lifecycle includes marine and freshwater fish, shellfish, hatchery, juvenile and ongrowing phases and thus require multiple specialist inputs.

These Strategic Research Agendas have to relate to the medium- to long-term "vision" that the stakeholders agree on with respect to aquaculture as an activity – in other words, these Agendas must have a view to ensuring the achievement of the "vision" set out for European aquaculture in the future, through successful and innovative RTD on the acknowledged challenges. An important consideration is the identification of the best means of managing the knowledge generated from RTD, particularly in assuring the transfer of new knowledge into the appropriate sector – this is an absolute requirement for improving the competitiveness of the European aquaculture sector.

9.5.2 Short- and medium-term actions of EATIP

There is a continued need to consolidate the fragmented nature of research and training in aquaculture within Europe. A number of obstacles to this, such as the diversity of languages and the shortcomings associated with translating knowledge and skills into innovative practices and products, are shared across other sectors. Some, however, are particular to the aquaculture sector and include the diversity of species farmed, the different climatic and bio-geographical regions encompassed from the North Atlantic to the Mediterranean to freshwaters and the subdivision of the sector into intensive and extensive culture regimes and finfish and shellfish sectors. Designing networks and outreach initiatives that can optimize successes in such a diverse environment remains a major challenge. While the Internet provides an excellent tool for rapid dissemination

[119] See http://cordis.europa.eu/technology-platforms/individual_en.html
[120] www.eatip.eu/

and communication activities, it is still not sure to what extent this resource is used by European aquaculture producers, and especially by small SMEs that are 'isolated from the Internet' in terms of language, time availability and application of the information disseminated to them.

The 2009 Commission Strategy ***"Building a sustainable future for aquaculture. A new impetus for the Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture"*** (COM (2009) 162) aims to give a new impetus to the development of aquaculture, and to address the obstacles to growth faced by the industry (EC, 2009b). *COM (2009) 162 final* centres around three strategic objectives to which a number of actions are linked, which the public authorities could take to unleash the potential of the sector. One of these centres heavily on research and technological development.

In this document, the Commission states that "The EU should invest in the global market, by selling its technologies and know-how in order to help tackle sustainability and safety challenges". It also states that it will allocate a sufficient EU budget to aquaculture projects and invites Member States and the industry to increase investment in aquaculture research in the context of the European Research Area.

If the scope for aquaculture production development is limited in Europe, then one strategy for Europe is to cooperate more with other regions of the world by selling its know-how and technology. This obviously raises the question of Europe's potential increasing of the competitiveness of other regions that export to Europe. On the other hand, it also has the potential advantage of contributing to the production of aquaculture products that are healthier and safer for European consumers.

If the emphasis is also to try and unlock the constraints to the development of production in the region, then the development of the European Aquaculture Technology and Innovation Platform is also important. Within the EATIP, the following actions are foreseen:

- To establish a basis for applying good governance principles between the different stakeholders, using a participatory process, so as to facilitate the creation and development of vision documents and strategic research agendas for the main thematic areas within the aquaculture value chain.
- To provide dedicated fora to facilitate the dialogue between national and European policy-makers, researchers and stakeholders.
- To assure the promotion of communication, dissemination and exploitation of Community funded RTD projects.
- To create the conditions for managing knowledge by identifying needs, challenges and methodologies for knowledge application and utilisation.

A considerable effort has to be given to dissemination and communication activities so as to assure the best levels of participation and to achieve the ambitions of EATIP and the European aquaculture value chain.

The need to find technological solutions to issues related to up-scaling of production and to the culture of shellfish and finfish in exposed and offshore environments is a key to unlocking the potential of coastal waters and the optimisation of marine food production in Europe.

10. GOVERNANCE AND MANAGEMENT OF THE SECTOR

This chapter assesses new developments in the management of the aquaculture sector in Europe since the previous two FAO regional reviews on aquaculture in Central and Eastern Europe as well in Western Europe (FAO/NACEE, 2007; Rana, 2007). It looks at developments in institutional governance, stakeholder interactions, sector self-governance and data collection for the sector.

10.1 Institutional governance

10.1.1 Aquaculture strategies

In 2001, the European Commission, in its document *A sustainable Europe for a better world: a European Union strategy for sustainable development* highlighted specific objectives and measures targeting sustainability (European Commission, 2001b). With regard to the more responsible management of natural resources, it cited fisheries management as a "headline objective", as well as EU measures including biodiversity indicators, a system of resource productivity measurement and various initiatives within the reform of the Common Fisheries Policy (CFP). This was then part of the basis for the 2002 ***EU Strategy for the sustainable development of European aquaculture*** (European Commission, 2002a), which provided the first specific objectives for the aquaculture sector, principally focusing on the ambitions of: (i) creating long-term secure employment, in particular in fishing-dependent areas; (ii) assuring the availability to consumers of products that are healthy, safe and of good quality; (iii) promoting high animal health and welfare standards; and (iv) ensuring an environmentally sound industry.

The 2002 strategy broadly achieved its objectives in terms of ensuring a high level of environmental protection and providing safe aquatic food from aquaculture, while guaranteeing animal health and welfare. However, the growth of the output of the aquaculture industry in the EU, as foreseen in the strategy, has failed to materialize, with an estimated annual rate[121] of only 0.5 percent compared to the target annual rate of 4 percent (Lane, Hough and Bostock, 2009).

Based on an evaluation of the strategy, the European Commission decided in 2007 to hold a wide-ranging consultation with stakeholders to identify both opportunities for the development of aquaculture in Europe and obstacles and bottlenecks the sector is facing. The consultation showed unanimous support in favour of a renewal strategy for aquaculture at EU level. The Commission's new initiative "***Building a sustainable future for aquaculture. A new impetus for the Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture***" (*COM(2009) 162 final*) aims to give a new impetus to the 2002 strategy and to address the obstacles to growth faced by the industry.

The document *COM (2009) 162 Final* (European Commission, 2009b) centres around three strategic objectives to which a number of actions are linked, that public authorities could take to unleash the potential of the sector. The Commission aims to:

- Help make EU **aquaculture more competitive** – by supporting research and technological development, ensuring that the sector has access to the space and water it needs for its production and has an equal voice in spatial planning processes, enabling EU aquaculture to cope with market demands and helping the sector strengthen its position on the international scene.
- Ensure **sustainable growth** – by encouraging green production methods, ensuring high animal health and welfare standards, providing healthy and safe food to consumers and publicising the health benefits of aquaculture products.
- Improve the **sector's image and governance** – by ensuring a level playing field, reducing red tape, encouraging the dissemination of factual information to the public and the involvement of stakeholders in policy-making and adequately monitoring the sector.

[121] Source: FEAP

Aquaculture in the EU region is covered by the Common Fisheries Policy but is also closely dependent on developments in other policy areas – environment, maritime spatial planning, animal welfare, animal health, food safety, research, etc. The Commission has brought together all these policies in its 2009 communication (European Commission, 2009b) to show the necessary measures that need to be taken at EU, national and regional level to give a new impetus to the sustainable development of aquaculture. The aim is not to create new legislation specifically for aquaculture, but to give a strong political impetus to its development. The Commission wants to make sure that the particular needs of aquaculture are taken into account in the development of sectoral legislation and seeks to address the different bottlenecks that fall under the responsibility of public authorities. The measures outlined in the Communication are mainly non-legislative and should be delivered over a period of two to four years.

At the EU level, aquaculture is now enshrined in the EU Integrated Maritime Policy (European Commission, 2007a) and aquaculture activities – while crossing over no less than five Directorates-General of the European Commission – are covered by an operating unit of DG MARE, the Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries replacing the former DG FISH.

In non-EU countries of Eastern Europe, information on specific aquaculture development strategies is scarce. In most countries, there is either no strategic plan on aquaculture development, or the aquaculture-related issues are included into other strategic documents, mostly addressing development of fisheries or agriculture, e.g. the Ukrainian Law on the State Fisheries Development Programme until 2010 (Alymov, personal communication, 2010). A notable exception is the Russian Federation, where there is a national programme of aquaculture development, based on an officially adopted aquaculture development strategy (Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2007).

10.1.2 Strategic environmental assessment and regulatory frameworks for an ecosystem approach to the sector

Access to suitable sites for aquaculture production is a critical issue for the industry (recognized in the 2009 EU Aquaculture Strategy) and represents one of the major constraints to the development of EU aquaculture. This is a complex issue and arises from numerous factors, including a frequent lack of recognition for aquaculture as an equal user of water resources as compared with other users; a general misunderstanding of the environmental impacts of aquaculture leading to a disproportionate use of the precautionary principle; and genuine competition for space (Soto, Aguilar-Manjarrez and Hishamunda, 2008). New opportunities are presented with respect to coastal and marine aquaculture through the EU Integrated Maritime Policy but there is currently no clear direction for aquaculture planning in the Policy.

EU water policy is essentially regulated under two instruments – the Water Framework Directive (2000/60/EC; European Commission, 2000a), covering inland and coastal waters, and the Marine Strategy Framework Directive (2008/56/EC; European Commission, 2008e), covering marine waters. At the core of the Water Framework Directive (WFD) is a set of environmental objectives, which include achieving good ecological and chemical status of surface water within 15 years of the Directive entering into force. The Directive was adopted in 2000 and full implementation is not foreseen for several years, although Member States are currently adopting one of the main management tools under the Directive – the River Basin Management Plans. The Marine Strategy Framework Directive (MSFD) has broadly similar objectives and a broadly similar approach to the WFD for marine waters (Hedley and Huntingdon, 2009).

The main EU environmental impact legislation is EC Directive 97/11/EEC (amending 85/337/EEC) published on 3 March 1997 (European Commission, 1997)[122]. This applies generally to all activities that may impact upon the environment and is considered appropriate for application of an Environmental Impact Assessment. Here aquaculture is designated an "Article 4" activity which is subject to environmental criteria within Annex III of the amended Directive. These criteria are based on project characteristics, project location, and potential impacts of the project. Within each of these features specific issues should be addressed. For example, the 'potential impacts' feature should take into consideration the extent, the

[122] Further EIA-related provisions are included in the Directive 2001/42/EC (European Commission, 2001c)

trans-frontier nature, the magnitude and complexity, the probability of effect, and the duration and frequency of the impacts caused by the development. This legislation forms the basis for the information contained in Environmental Impact Assessments as implemented in local and national legislation for European Union countries.

Over the past 12 years, the requirements for an EIA, on the basis of the EC 97/11/EEC, have been incorporated into individual country or local legislation through normal implementation plans. This varies between countries and even between localities within a country, for example, in Spain, the different Autonomous Regions have requirements which match or may supersede federal legislation. Therefore, the EIA requirements vary with locality. EIA requirements in aquaculture in Europe have been reviewed by the European Commission (2003a) and Telfer, Atkin and Corner (2009). EIA is shown to be most commonly applied to large-scale industries, including intensive marine finfish culture (especially salmon). Many countries, however, do not apply EIA at all to aquaculture development. Even where it is applied in aquaculture, it is often regarded as a bureaucratic and delaying process, with limited benefit in terms of environmental management. In many cases, EIA and associated permitting procedures for new farms or for significant expansion can take two to three years, which is considered an obstacle to start-up and a disincentive to investment. The delays and inconsistencies are often attributable to the lack of integration or agreement between different governmental levels or different departments and agencies. EIA implementation often depends on complicated and bureaucratic processes within individual countries, rather than implementation of a system which regulates the development of aquaculture effectively or allows development of a common policy through effective implementation of EU directives. The review by Telfer, Atkin and Corner (2009) highlights the fact that, within the EU, the mechanisms for EIA and monitoring of environmental impact as a statutory regulatory requirement are extremely inconsistent, ranging from very precise or prescriptive EIA and monitoring requirements to no requirements at all. The poor transparency in the implementation of EIA legislation in relation to aquaculture and the differential treatment of aquaculture may be an obstacle to aquaculture development.

Further environmental legislative requirements may also be imposed upon activity developers. Thus, in the UK, or more specifically Scotland, the EC legislation is implemented as part of the Planning Legislation (Planning Permission and permit) under the auspices of the Local Planning Authority. Here, an EIA is required as part of the planning application. However, fish farmers are also required obtain a discharge consent from the Scottish Environment Protection Agency (SEPA), which is independent of the Local Planning Authority. While using information gathered during production of the EIA, granting discharge consent also requires an independent assessment based on different environmental requirements for baseline survey and monitoring.

A recent review by the European Commission confirmed the considerable variation and also observed a number of issues in implementation of the EIA Directive amongst Member States (European Commission, 2009c) which included the considerable variation in the extent to which Member States carried out EIAs; inconsistencies in the approach to and the quality of EIAs, including in the environmental standards applied, the consideration given to the results of consultations and the quality of information requested and gathered; and different approaches applied to screening (for example the mandatory requirement for certain types of project). The Commission also noted that although all but one Member State had implemented Directive 2003/35/EC (European Commission, 2003b), aimed at increasing public participation in the EIA process, there is still no standard practice for this.

The need for improved EIA procedures is recognized in both the 2002 Aquaculture Strategy and the 2009 revised Strategy, which goes some way to suggesting areas that require attention, as well as recommendations on how to proceed. One such area is quality control. The *COM(2009) 378* study (European Commission, 2009c) concluded that EIA standards (which are not laid down in the Directives but set by individual countries within their regulatory framework), and the content and quality of the Environment Statements are highly variable between Member States. A recent study into the quality of Environmental Statements for marine fish farming in Scotland (RSP Group, 2007) concluded that though they were generally of satisfactory standard they were variable in content and quality, due to the differential requirements from “screening” by statutory bodies and the EIA scoping process. The report concludes that a

standard template-based EIA procedure should be adopted for marine fish farming in Scotland and detailed suggested templates are given. This approach, while still under consideration and consultation in Scotland, may be considered more widely in a European context, taking any Council legislation into account. It would also both standardize and streamline the environmental impact assessment process.

The above regulations do not apply to non-EU countries of Central and Eastern Europe. However, all these countries are parties to the *Espoo Convention on environmental impact assessment in a transboundary context*[123], and have adopted national EIA legislation (see, for example, the relevant national laws of Belarus[124], the Russian Federation[125] or Ukraine[126]). Croatia is promoting the use of Integrated Coastal Zone Management (ICZM) for planning of marine aquaculture development along the Adriatic coast (Box 9).

Box 9. The use of Integrated Coastal Zone Management for marine aquaculture development in Croatia

Croatia currently produces some 11 000 tonnes of aquaculture production (FEAP, 2008) – mainly seabass and seabream, but also trout and tuna. It's extensive coastline of secluded and sheltered bays also make it one of Europe's top tourist destinations. The development of the aquaculture sector in Croatia therefore mirrors many of the challenges that Member States face – in terms of balancing the many 'claims' to coastal space.

The Integrated Coastal Zone Management Plan (ICZMP) for Croatia has a particular focus on aquaculture and sought to integrate the rational and sustainable mix of users of coastal and marine resources and protection of the Eastern Adriatic environment. With the assistance of ICZM specialists and using the tools of Integrated Coastal Zone Management (ICZM) and Environmental Impact Assessment (EIA), the Croatian Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, in conjunction with the Ministries of Environmental Protection and Physical Planning, Tourism, Sea Affairs, Transport and Telecommunication have produced the development plan.

The plan proposes solutions to release the aquaculture development potential, while reducing negative impacts on the environment and potential conflicts of other coastal users. Education and knowledge transfer of the resulting guidelines have been major goals of the project.

Source: Frankic, 2003; Katavic *et al.*, 2006

10.1.3 Economic incentives

In European Union Member States, the European Fisheries Fund (EFF) 2007–2013[127] is the principal financial tool for fisheries and aquaculture developments. The EFF replaces the Financial Instrument for Fisheries Guidance (FIFG) 2000–2006 and operates on a similar basis but with important changes, notably, more flexibility when implementing measures because eligibility rules have been limited to what is strictly necessary at Community level and a concentration of support efficiency of measures, with only one EFF programme per Member State.

The so-called "Axis 2" covers aquaculture, inland fishing, processing and marketing of fishery and aquaculture products, and is the most relevant part of the EFF for measures in support of production investment, environmental measures, public and animal health measures, inland fishing and processing and marketing. To access Axis 2 funds, EU Member States are obliged to have their Operating Programmes

[123] www.unece.org/env/eia/eia.htm
[124] http://web.ceu.hu/envsci/eianetwork/legislation/belser93.html
[125] www.ecoguild.ru/docs/expertiselow.htm
[126] http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=45%2F95-%E2%F0
[127] See EFF: http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/structural_policy_overview_en.htm

(planned developments for the period 2007–2013) approved by the Commission. As can be seen from Figure 17 below, most EU Member States have allocated 20–40 percent of the total EFF funding to aquaculture development.

Specifically on environmental issues, the EFF supports companies that make a commitment to apply, for at least five years, production methods that help protect the environment over and above the requirements of existing regulations. Such support can be granted, for example, to a production site that switches to organic aquaculture or that has to comply with new environmental standards because it is based in a recognized Natura 2000[128] site. The level of support is based on objective criteria, such as the loss of earnings compared to classic production, the additional costs of the new methods or the investments needed for production.

Under Axis 3 (Measures of Common Interest), public or semi-public bodies, recognized trade organizations or other institutions designated by the Member State may benefit from EFF funding for projects to protect or develop aquatic flora and fauna, for example, the rehabilitation of fish migration routes in rivers or the establishment of resource management plans in a Natura 2000 area. However, restocking is only eligible if explicitly foreseen as a conservation measure by the EU.

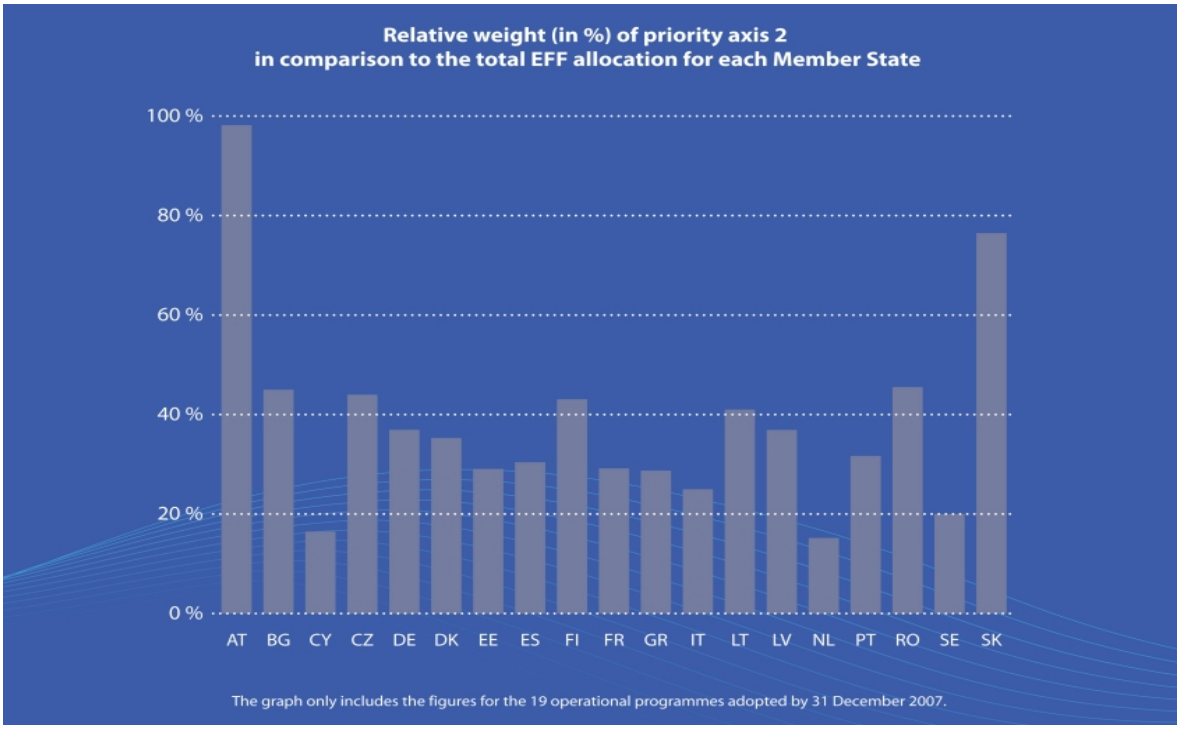


Figure 17. Relative weight of priority Axis 2 of the European Fisheries Fund (EFF) compared to total EFF allocation for each Member State (*Source*: European Commission Directorate General MARE: http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/structural_measures/axis_2_en.htm)

[128] Natura 2000 network: http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm

10.2 Stakeholder interaction

10.2.1 Consultation channels – evaluation of the EU Advisory Council for Fisheries and Aquaculture

Established in 1971 and renewed in 1999, the Advisory Council for Fisheries and Aquaculture (ACFA)[129] is a forum for EU interests in the sectors concerned, with members being drawn from representative European organizations. The Members of ACFA are appointed by the Commission following proposals from the organizations set up at Community level, which are the most representative of the interests concerned. They meet according to an annual work programme adopted in agreement with the Commission.

The ACFA Plenary also includes representatives of four working groups, which prepare its statements called "opinions", and representatives of the Sectoral Dialogue Committee, which gathers the social partners. These working groups include: (i) access to fisheries resources and management of fishing activities, (ii) aquaculture of fish, shellfish and molluscs, (iii) markets and trade policy, and (iv) general questions: economics and sector analysis. The Commission provides the secretariat of the Committee and of the working groups.

The recent intermediate evaluation of ACFA (European Commission DG MARE, 2008f) provides an in-depth review focusing on representation and performance of the Advisory Council. This evaluation also considers the contextual changes to ACFA since 1999 and notably the establishment of the Regional Advisory Councils (RAC) (for fisheries), the reform of the Common Fisheries Policy and the Commission's focus towards integrated maritime policies. The evaluation makes 12 recommendations for the improvement of the functioning of ACFA and considers four principal future development scenarios:

- Scenario 1: Replacing ACFA with a RAC Coordinating Committee – creating one comprehensive structure for stakeholder dialogue.
- Scenario 2: Smaller ACFA – with involvement of only the most relevant stakeholders.
- Scenario 3: Larger ACFA: Focus on fisheries, but eventually including other users of the marine space.
- Scenario 4: Maritime Consultative Group with the focus on the use of maritime space in the "broadest" sense, where the fisheries sector is just one of many users without a privileged position.

It is expected that the ACFA reform will be considered and possibly enacted during 2010. This reform (and eventually the reformed ACFA) will predominantly focus on the maritime space, i.e. coastal and marine aquaculture, although aquaculture production from inland waters is also addressed within the aquaculture working groups of the ACFA.

In general, governance and stakeholder consultation have improved significantly over the last ten years. In particular the example of ACFA has proven a very positive development in terms of providing a stakeholder consultation platform. The key experiences and outcomes of stakeholder participation of ACFA included: (i) the production sector became enabled to influence formulation of strategies and policies at EU level; and (ii) very positive developments of effective consultations among policy makers, producers, and other stakeholders.

10.2.2 Interaction with consumer organizations

Created in 1962, the European Consumers' Organization (Bureau Européen des Unions de Consommateurs or BEUC)[130] acts as a "secretariat" for 42 independent national consumer organizations from thirty European countries (EU, European Economic Area and applicant countries) and its main task is to represent its

[129] http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/fisheries_sector_organisation_and_financing/c11129_en.htm

[130] www.beuc.eu

members and defend the interests of all Europe's consumers. Part of BEUC's budget comes from the EU budget and BEUC has a seat on the European Consumer Consultative Group (ECCG).
Several consumer organizations in Belgium, France, Italy, Spain and Portugal also form the Euroconsumer network that brings together the representation of more than one million European citizens and publishes 32 publications in 5 languages that inform consumers of their rights and, notably, their choices. Reviews of consumer products are the most visible products of the Euroconsumer organizations.

Although BEUC is represented in ACFA, regular contact and provision of information on aquaculture issues at a European level has been rather limited. There is no doubt that contacts between the aquaculture sector and consumer organizations exist at a national level, but their extent has not been documented. The CONSENSUS initiative (an EU FP6-funded project)[131] looked to address this issue by initiating contacts with both BEUC and Euroconsumers. The approach taken was to discuss the issues and questions of relevance to the consumer organizations and to address these by (i) compiling a general information book on European aquaculture and getting feedback from the BEUC member organizations on this, and (ii) suggesting comparative studies that could be carried out over the countries of the Euroconsumer network.

The feedback on the CONSENSUS publication *Towards sustainable aquaculture in Europe* (European Commission, 2008b) was generally positive, with many organizations planning to use the publication to better inform their members on the issues. Other organizations looked forward to the provision of updated information on aquaculture as more knowledge is built through research initiatives.

Euroconsumers[132] also published articles on aquaculture, including (i) a comparison of the implementation of the EU labelling directive on the origin and source of fishery and aquaculture products, (ii) comparative tests of contaminants in fish at the point of sale and (iii) the lack of tangible differences between fish at the point of sale coming from aquaculture and fisheries and hence asking the question why the image of aquaculture is negative in certain European countries.

10.3 Sector self-governance

In 2000, the Federation of European Aquaculture Producers (FEAP) developed its own Code of Conduct (CoC) to promote the responsible development and management of fish farming in Europe (FEAP, 2000). In addition, the Conference on Aquaculture in the Third Millennium decided on the Bangkok Declaration and Strategy concerning Aquaculture Development beyond 2000 and stated that "aquaculture policies and regulations should promote practical and economically viable farming and management practices that are environmentally responsible and socially acceptable."

The FEAP Code of Conduct was updated in 2008[133] to incorporate sustainability indicators developed by a multi-stakeholder approach through the EU CONSENSUS initiative, and more than 30 indicators of sector performance (best practice and sectoral benchmarking) were introduced to the Code of Conduct on the basis of them being able to be measured at farm level and exceeding national legislative requirements.

Resulting from its 2006 Memorandum of Understanding with the FEAP, the Mediterranean office of the World Conservation Union (IUCN-Med) with the support of the Spanish Ministry of Environment, Rural and Marine Affairs, is preparing a series of guidelines for the sustainable development of aquaculture in the Mediterranean. The first of these is a "Guide on Interactions between Aquaculture and the Environment" (IUCN, 2007), and this has recently been followed by a second guide on "Aquaculture Site Selection and Site Management" (IUCN, 2009; Box 10).

[131] www.euraquaculture.info
[132] www.euroconsumers.org/
[133] www.aquamedia.info/consensus/

Box 10. **IUCN-FEAP Guidelines on Site Selection and Site Management**

The aim of these guidelines on *"Aquaculture Site Selection and Site Management"* (IUCN, 2009) is to promote the sustainable development of Mediterranean aquaculture by providing basic guidelines for good practice in site selection and site management. More than 50 experts in different areas, including socio-economists, biologists, lawyers, aquaculture producers, and government and environmental organization representatives from most Mediterranean countries came together over a series of workshops to produce the guide and it is arguably the most comprehensive document to date for best practice derived by stakeholders representing multiple interests.

The preparation of this and other guides are examples of successful collaboration between a producer organization (FEAP) and conservation organization (IUCN-Med), supported by government assistance (the Spanish Ministry of Environment, Rural and Marine Affairs), generating guidance for the sustainable development of aquaculture in the Mediterranean.

*Sourc*e: IUCN, 2009

10.4 Data collection and management

Data on European aquaculture production volumes and values have been compiled for some years and for all species groups in Europe by the FEAP and are regularly updated on the FEAP web site.[134]

Official government statistics on aquaculture production and value are compiled and published by FAO (see for example FAO, 2010).

In July 2008, Regulation (EC) No. 762/2008 on aquaculture statistics was adopted by the European Parliament and the Council (European Commission, 2008g). It requires Member States to collect and submit data on annual production (volume and value), annual input to capture-based aquaculture, annual production of hatcheries and nurseries and data on the structure of the aquaculture sector. This Regulation (which repeals and replaces the former Regulation (EC) No. 788/96) not only significantly extends the scope of data to be monitored, compared to the previous regulation, it also potentially provides additional guarantees regarding data quality.

Following the adoption in February 2008 of a Regulation establishing an EU framework for the collection, management and use of data in the fisheries sector and support for scientific advice regarding the CFP (Regulation (EC) No. 2008/199; European Commission 2008h), this new regulation was extended to cover additional data concerning the marine aquaculture industry. The Commission implementing Regulation (EC) No. 665/2008 (European Commission 2008i) was adopted in July 2008 and provides for the collection of the following economic variables: income, personnel costs, energy costs, raw material costs, investment, employment and number of enterprises.

In 2008, the European Commission launched a tender to identify the data required to assess the economic trends and performance of the EU-27 aquaculture sector and the best mechanisms for collecting this data. The resulting report (FRAMIAN 2009a,b,c) provided recommendations on the financial indicators that could be collected, the organizations that are best-placed to enact them, and their potential annual cost (estimated at EUR2.5 million with EUR1 million start-up cost).

[134] www.aquamedia.org/production/default_en.asp

At the same time, in 2008, new regulations on data collection in the fisheries sector (including aquaculture) were adopted (European Commission 2008g,h,i,j), making the collection of data on saltwater aquaculture compulsory whilst exempting freshwater aquaculture.

The main recommendations arising from the FRAMIAN report can be summarized as being:

- Maximum efficiency and effectiveness of an ongoing data collection scheme can be only achieved if the future intended data use is well defined, which will also allow a precise formulation of the objectives of the scheme as well as prioritization of the indicators to be collected or estimated.
- A significant level of heterogeneity still exists within the defined segments of aquaculture firms (based on species and ongrowing technology), caused by differences in size and the level of vertical integration, e.g. own production or acquisition of juveniles. Therefore, it is recommended to define the "field of observation", including suitable thresholds and focus the ongoing data collection on it. Additional criteria could be also applied, e.g. with focus on species or size. Data on segments that fall outside the field of observation can be collected in ad hoc surveys to be carried out according to specific needs less frequently. Average segment data should be based on at least five firms, none of which should represent more than a specified percentage of the total production value.
- In addition to the definition of the field of observation, it is recommended to prioritize the indicators to be collected. Data on high-priority indicators (turnover, personnel costs, total operational costs, employment) should be collected annually. Data on lower-priority indicators (details on composition of operational costs and capital costs) could be collected only once in several years in ad hoc surveys, whilst estimation procedures should be developed to generate this information whenever needed.
- Cooperation of the aquaculture industry is indispensable for several reasons: a) to obtain access to the data, b) to justify the additional administrative costs that the data collection will imply for the surveyed firms, and c) to promote the legitimacy of analysis based on that data, so that the results are not disputed or discredited as being based on biased information. Therefore, the objective of the data collection scheme as well as certain details of the implementation (prioritization of indicators) should be developed in dialogue with the industry.
- As the number of firms in new areas of aquaculture in individual countries is very low, it is recommended to pool the data of anonymous individual companies from several Member States to calculate averages at an EU level. This approach is likely to produce a lower relative standard error and data confidentiality will be easier to guarantee.
- Collection of the aquaculture data should be executed by organizations already involved in compilation of the scientific analysis of statistical data in comparable areas, such as agriculture or fishing. This approach will have several important advantages: a) proximity of data collection and analysis allows a better interpretation of the quantitative results because of the precise knowledge of the strengths and weaknesses of the data, b) the link between analysis and data collection will be beneficial for prioritization and implementation of ad hoc studies on specific new aquaculture activities and/or detailed indicators as proposed above, including various estimation procedures.

10.5 Salient issues and success stories

In their report "*Regulatory and Legal Constraints for European Aquaculture*" Hedley and Huntingdon (2009) compared the current EU regulatory framework (case studies in France, Greece, Italy, Spain and the UK) to those in Norway, Chile, USA, Canada, Australia and New Zealand. The authors noted that at the EU Member State level, many of the same problems exist amongst the Member States, and that many of the problems associate closely with problems at the EU level.

At the EU level, the main constraints appear to be:

- Lack of any common approach to licensing and various issues with the conduct of licensing procedures at the local level, including delay, inconsistency, reluctance to approve, etc.
- Access to suitable sites for aquaculture production can be difficult because aquaculture is not recognized as an equal user. New opportunities are presented with respect to coastal and marine

spatial planning through the Maritime Policy but there is currently no clear direction for aquaculture planning in the Maritime Policy.

- Concerns about the Water Framework Directive's potential to constrain the development of aquaculture, and the protection for shellfish waters is a particular concern.
- Predation of aquaculture stocks by protected species, and although the legal mechanisms exist for better management there is uncertainty concerning their interpretation.
- The application of environmental impact assessment rules at the local level. There are often applied in a way which constrains aquaculture development.

10.6 The way forward

Covering a widely diverse geographical region, the European Commission has sought to provide a common strategy for the development of sustainable aquaculture. Although the 2002 EU strategy was broadly welcomed by stakeholder representatives, it has been unsuccessful in stimulating an increase in production. The 2009 strategy looks to provide an impetus for renewed growth and the emphasis is very much on individual Member States to facilitate this. The Committee on Fisheries of the European Parliament is currently preparing its opinion on the 2009 strategy and this will be presented to the European Commission early in 2010.

The success of the 2009 strategy will not be known for some time, but it will be dependent upon several factors. The first of these is the recognition of the importance of developing aquaculture at the political level. Only when individual countries recognize aquaculture as being of strategic importance to their development, will it be given the required status in terms of having access to the water resources that it depends upon. It therefore needs wide communication by the European institutions as a document of key importance.

The second success factor is to resolve the governance gaps at both European and national level. The example of integrated coastal management efforts in Croatia in Box 8 provides a good example and shows the way forward in cross-ministerial spatial planning. While other countries in the region are being encouraged to develop planning for the use of their aquatic resources, progress is varied. It is also clear that further harmonisation is required in the interpretation of European directives, notably on environmental impact assessments. Practices across the region remain widely diverse, and although this is a national responsibility, there is much to be gained in terms of sharing information on requirements, the functions of statutory bodies and case studies between countries.

The third success factor is the development of an aquaculture observatory for Europe. Only when the 2008 EU Regulations on data collection are complemented and built into a full observatory with strong participation from the sector (notably producers organizations), will the strategies, policies and development actions have a clear and harmonized set of financial indicators to accompany them.

Finally, the last decade has seen significant advances in the interrelations between European organizations involved in aquaculture and most notably in initiatives that have sought to involve consumer organizations, both at European and national level. Consumer organizations recognize that the demand for information on aquaculture from their members and subscribers will increase in the coming years (CONSENSUS questionnaire, 2008) and the need for balanced information on aquaculture is growing, within the current global trend to encourage consumers to make sustainable seafood choices.

11. IMPLEMENTATION OF THE BANGKOK DECLARATION AND STRATEGY

The participants to the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, 2000, recognized (NACA/FAO, 2000; NACA/FAO, 2001a,b) that during the past three decades aquaculture has become one of the fastest-growing food-producing sector and is an increasingly important contributor to the economic development of many countries, as well as to global food supply and food security (FAO, 2006). Aquaculture continued to grow in Asia after the year 2000 at a rate of 6.7 percent annually; however, the growth of aquaculture was much lower in Europe over the same period (2.2 percent). There are, however, great differences in aquaculture growth between countries and regions in Europe. The aquaculture production is practically stagnant in the European Union (the annual growth was 0.5 percent between 2001 and 2007 after the enlargement of the EU) (FAO, 2009a), while in non-EU countries the annual growth rate was 7.6 percent over the same period mainly due to the dynamic growth of aquaculture in Turkey (8.5 percent), Norway (7.8 percent) and Russian Federation (5.2 percent).

In the past ten years, the development of the aquaculture sector in Europe has continued, and it has become a modern, dynamic industry that produces safe, highly valuable and high-quality products, and has also developed the means to be environmentally sustainable. Yet the challenges for the EU aquaculture sector are numerous: e.g. limited access to space and licensing; industry fragmentation; limited access to seed capital or loans for innovation in a risky context (particularly with the constant changes in the economic situation and in trade patterns); pressure from imports; insufficiency of medicines and vaccines. In addition, stringent EU rules, particularly on environmental protection, generate competitive constraints vis-à-vis competitors in Asia or Latin America. In the EU and other countries of Europe, there is an active and high-quality science and technology base for aquaculture development and the processes of knowledge exchange and building are improving; however, links between industry and research centres are still not sufficiently effective to create a genuinely objective-led demand driven R&D approach to sector development.

Two years after the issue of the Bangkok Declaration, the *Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture* was accepted by the European Parliament in 2002 (European Commission, 2002a). Although this was an EU document to set out policy directions to promote the growth of aquaculture in the Member States of the European Union, it has also implications to aquaculture development in non-EU countries of Europe. The key elements of the European Union aquaculture strategy were well in line with those of the Bangkok Declaration. The actions proposed by the EU strategy have been related to increased production, competition for space, market development, training, governance, safety of aquaculture products, animal welfare, environmental effects and research. Seven years on, significant progress has been made in ensuring the environmental sustainability, safety and quality of the EU's aquaculture production. Yet, over the same period, the overall EU aquaculture production has slowed down, in stark contrast with the high growth rate in the rest of the world. As a result of a consultation and evaluation process on opportunities for development of aquaculture in the EU countries, with particular reference to the European aquaculture strategy of 2002, a revised strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture has been elaborated in 2009 (European Commission, 2009b)[135]. The three main focuses of the new strategy are the following: (i) promoting competitiveness of the EU's aquaculture production; (ii) establishing conditions for the sustainable growth of aquaculture; and (iii) improving the sector's image and governance. These key areas of the new strategy reflect the main challenges the European aquaculture sector is facing and include key elements of the Bangkok Declaration.

European experts and institutions have provided inputs to the elaboration of the Bangkok Declaration, and, in the spirit of this strategic document, numerous European institutions have further strengthened the collaboration with developing countries, mainly through educational and research programmes. Interregional collaboration between Europe and developing countries has been developing since 2000. Leading European aquaculture institutions (e.g. Ghent University, Wageningen University, Stirling University, Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation - HAKI) have developed and maintain active collaboration with institutions in developing countries (mainly in Asia) on a bilateral basis.

[135] http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0511:FIN:EN:PDF

In the frame of the Specific International Cooperation Action (SICA), the EU enables and encourages the participation of experts and institutions of low and middle income countries from all over the world to participate and get funding in the Seventh Framework Programme (FP7[136]) of the European Union for research and technological development for the period 2007–2013. Some of the projects are aiming at the strengthening of aquaculture in developing regions of the world such as the recent AquASEM09[137] and SARNISSA[138] projects.

There have been efforts by European states, companies, institutions and organizations and various stakeholder groups to enhance regional and interregional collaboration. A good example of interregional collaboration between European and Asian aquaculture networks is the collaboration and partnership between the Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA[139]) and the Network of Aquaculture Centres in Central-Eastern Europe (NACEE[140]). NACA and NACEE have been partners since 2004 when NACEE was established with the assistance of FAO.

It should also be mentioned that the knowledge of European aquaculture stakeholders about the Bangkok Declaration shows great variety in different segments of the sector and in different regions of Europe. European organizations and institutions that are actively involved in international programs are well aware of the document and know its content; however, it has also been experienced that there is little or no knowledge about the Bangkok Declaration in Eastern Europe (especially in non-EU countries), which also indicates the information gap that still exists in this region of Europe.

The key elements of the Bangkok Declaration and Strategy have remained relevant and timely ten years after the issue of the document in 2000. It should be emphasized however that the diversity of the aquaculture sector has further increased since the Bangkok Conference in 2000. Not only the diversity of the sector, but the complexity of the socio-economic environment has increased. Without a doubt the aquaculture industry is going to be effected by many different complex trends over the coming years, all operating together, sometimes in very unexpected ways and producing changes in the industry that may be very rapid indeed (Dixon, 2002). The effects of globalization on aquaculture and modifications of the global socio-economic context are not always directly manageable from within the sector or even at national level. Several of the changes and their effects can only be addressed globally, through international coooperation (FAO, 2005–2009). Therefore the recommendations of the Bangkok Declaration and Strategy regarding the implementation of aquaculture strategies through regional and interregional cooperation (among different partners including governments, non-governmental organizations, farmers organizations, regional and international organizations, development agencies, donors, lending agencies and even consumer groups) deserve special attention in the future. The synergy and coooperation between existing organizations should be further promoted and new regional aquaculture organizations should be established sharing experiences with the existing regional networks.

[136] http://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm
[137] AquASEM09 is an EU funded project that will be launched in 2010. The title of the project: Strengthening the impact of the ASEM Aquaculture Platform: the bridge between Asian and European aquaculture. The project consortium led by the University of Ghent has five European and four Asian partners.
[138] www.sarnissa.org/tiki-index.php
[139] www.enaca.org/
[140] http://agrowebcee.net/nacee/

1. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1.1 Актуальное состояние и тенденции

В то время как население Европы составляет 12,6 процентов мирового населения, данный регион отвечает за 14,5 процента мирового потребления рыбы и рыбопродуктов и имеет давние традиции мореходства и морского рыболовства. Несмотря на это, рынок Европейского Союза (ЕС-27) далеко не однороден. Всего шесть государств-членов (Испания, Франция, Италия, Германия, Великобритания и Португалия) отвечают за 85 процентов всех затрат на рыбную продукцию. Наивысший уровень среднедушевого потребления отмечен в странах Южной Европы; в странах Северной Европы наблюдаются средние уровни (около 20 кг/год на душу населения), а в странах Центральной и Восточной Европы данная величина колеблется между 3 и 16 кг/год на душу населения, что значительно ниже среднего. В течение последнего десятилетия население большинства стран Восточной Европы, а также Германии уменьшилось, тогда как рост населения стран Западной Европы приписывается главным образом положительному сальдо миграции. Из стран, рассматриваемых в настоящем обзоре, существенный естественный прирост населения наблюдается только в Израиле, Турции, Албании, Исландии и Ирландии.

За исключением Фарерских островов, Норвегии, Мальты и Греции, аквакультура остаётся деятельностью, вносящей лишь минимальный вклад в национальную экономику и занятость отдельных стран. По актуальным оценкам, общая занятость в аквакультуре составляет около 150 000 человек в эквиваленте полной занятости, что не является большой цифрой, однако в отдельных местах может сыграть роль в значимых видах экономической деятельности или занятости (например, в моллюсководстве). Экстенсивные и полуинтенсивные системы (прудовая аквакультура, моллюсководство) дают работу большему числу людей на единицу производимой продукции, чем современные интенсивные (и, как правило, автоматизированные) системы.

Между 1990 и 2008 годами объём продукции европейской аквакультуры вырос на 55,3 процента, с 1 622 000 до 2 518 000 тонн, тогда как её ценность удвоилась с 4 076 млн до 9 390 млн долларов США. Это увеличение может приписываться главным образом росту морского рыбоводства, в то время как производство пресноводной аквакультуры уменьшилось. Тем не менее рост общего объёма продукции между 2002 и 2008 годами был умеренным (+18,4 процента). В европейском рыбоводстве преобладают лососёвые рыбы, лаврак, дорада и карп, но производство значительно выросло за счёт более ценных объектов аквакультуры, в частности, тюрбо и тунца. В регионе Центральной и Восточной Европы доминирующими объектами рыбоводства являются карповые рыбы. Инновации в селекции и манипуляции жизненного цикла данных объектов содействовали улучшению эффективности и качества производимого посадочного материала. Снабжение секторов лососеводства и форелеводства большей частью осуществляют специализированные племенные питомники. Снабжение посадочным материалом является наиболее критическим узким местом в случае новых видов, но научные исследования привели к значительным достижениям в выращивании трески, серебристого горбыля и других объектов рыбоводства, а также, в последнее время, в воспроизводстве обыкновенного тунца в искусственных условиях.

Аквакультура моллюсков, продукция которой в 2008 году составила 658 000 тонн, обеспечивает 26 процентов общего объёма продукции европейской аквакультуры (и 16,6 процента её ценности). После непрерывного роста продукция достигла наибольшего объёма в конце 1990-х годов, после чего пошла на убыль. Семьдесят один процент всех моллюсков, производимых в регионе, выращивает сектор мидиеводства, за ним следует устрицеводство (19,9 процента). Оставшуюся часть составляют другие двустворчатые моллюски, например, венерки и сердцевидки, а также, в очень малом количестве, гребешки. Главными странами-производителями являются Испания, Франция и Италия, но производство в других странах также показывает растущую тенденцию, в частности, в других средиземноморских странах, таких как Греция, а также в Северной Европе, в Норвегии.

Производственные системы и технологии в Европе также отличаются большим разнообразием и включают в себя экстенсивную аквакультуру в прудах, лагунах и прибрежных зонах; полуинтенсивную аквакультуру в прудах и лагунах; интенсивную аквакультуру в проточных системах, установках замкнутого водоснабжения и морских садках, как в защищённых, так и в более открытых зонах. Моллюски традиционно выращиваются на дне либо на столбах или платформах. Выращивание моллюсков на длинных канатах, как в прибрежной зоне, так и далее от берега, представляет собой всё большую долю общей продукции. Недавно также появилась тенденция увеличения снабжения молодью устриц за счёт питомников в главных странах-производителях. Значительные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы направлены на дальнейшее улучшение эффективности производственных систем и качества выращиваемых в них рыб, при одновременном смягчении экологических последствий. Примеры включают в себя разработку систем подводного наблюдения для управления кормлением и биомассой; модернизацию установок замкнутого водоснабжения; разработку садков и сетей, используемых в местностях с более высокими уровнями энергии, а также развитие интегрированных мультитрофических производственных систем.

Вследствие застоя аквакультурного производства европейский рынок всё более зависит от импорта. В 2008 году в Европу было импортировано около 1,65 млн тонн (в эквиваленте живого веса) искусственно выращенных морепродуктов. Около половины этого количества составил лосось, хотя в последние годы значительно вырос импорт пангасиуса и тиляпии из Юго-Восточной Азии. Крупнейшими нетто-импортёрами в ЕС являются Франция и Италия, а крупнейшими экспортёрами – Дания и Греция. В 2008 году экспорт из ЕС составил лишь 100 000 тонн, состоящих главным образом из ценных переработанных продуктов. Двумя крупнейшими странами-импортёрами продукции ЕС были Соединённые Штаты Америки и Российская Федерация. Услуги, связанные с обловом и последующими действиями, являются важными компонентами аквакультурной отрасли Европы. Согласно оценкам, в секторе переработке рыбы ЕС заняты более 135 000 человек. Годовая ценность переработанной рыбной продукции, произведённой сектором, составляет около 18 млрд евро (около 26 млрд долларов США) в год, что почти вдвое превышает ценность промысловых уловов и аквакультурной продукции вместе взятых. В последние годы производство продолжало расти, но занятость уменьшилась вследствие достижений в области перерабатывающих технологий, консолидации сектора и, особенно, тенденции передачи некоторых перерабатывающих процессов третьим странам с более низкой стоимостью труда.

Первая стратегия устойчивого развития аквакультуры Европейского Союза была разработана в 2002 году и имела три основных цели, направленных на создание долговременной и надёжной занятости, в частности, в зонах, зависимых от рыбного промысла; обеспечение потребителей здоровыми, безопасными и качественными продуктами и продвижение высоких стандартов здоровья и благополучия животных; а также достижение экологически приемлемого функционирования отрасли. Стратегия, в основном, выполнила свои цели в отношении обеспечения высокого уровня охраны окружающей среды и предоставления безопасных водных продуктов питания за счёт аквакультуры, однако прогнозируемый в стратегии рост сектора не был осуществлён: согласно оценкам, годовой темп роста составил только 0,5 процента, вместо целевых 4 процентов в год.

В 2009 году, после обширных консультаций с заинтересованными сторонами, Европейская комиссия запустила новую инициативу «Строительство устойчивого будущего аквакультуры. Новый импульс для Стратегии устойчивого развития европейской аквакультуры» (COM (2009) 162 final), направленную на преодоление препятствий на пути роста отрасли. Новая стратегия должна повысить конкурентоспособность аквакультуры ЕС, обеспечить её устойчивый рост, а также улучшить общественное восприятие сектора и его управление. Целью является не создание нового законодательства специально для аквакультуры, а придание мощного политического стимула её развитию путём уделения большего внимания роли органов государственной власти.

Законодательство ЕС распространяется на все этапы производства, переработки, распределения и выпуска на рынок продовольственных продуктов, предназначенных для человеческого потребления. Особое внимание уделяется маркировке рыбопромысловой и аквакультурной продукции. При

покупке морепродуктов европейские потребители желают подкрепить свой выбор, учитывая дополнительные параметры, в том числе, отслеживаемость, справедливую торговлю, благополучие животных и экологические аспекты, такие как защита чрезмерно эксплуатируемых рыбных запасов, расстояние от мест производства и продукты из местного сырья. Рынки ответили на это добровольными системами сертификации и маркировки, управляемыми на транснациональном уровне, но часто основанными на различных стандартах. Стандарты органической аквакультуры в настоящее время распространяются на относительно малое количество стран и видов, хотя новый регламент Европейской комиссии именно сейчас формулирует подробные правила производства животных и водорослей в условиях органической аквакультуры, устанавливая общий стандарт для различных типов аквакультуры рыб, моллюсков и ракообразных. В настоящее время ещё не существует единого европейского знака экологического качества для аквакультурной продукции, но некоторые производители уже приняли определённые стандарты благополучия животных либо прошли аккредитацию управления хозяйством и географического происхождения. Сертификация также распространяется вдоль производственно-сбытовой цепи, где торговцы разрабатывают свои собственные стандарты «лучшего управления хозяйством».

Хотя Европа, в целом, обладает богатой научно-исследовательской средой в области аквакультуры, последняя является очень неоднородной и фрагментированной между государственными и частными институтами, университетами и другими высшими учебными заведениями, а также частными компаниями. Между научно-исследовательскими программами и в распространении результатов существуют значительные параллелизмы. Особой проблемой остаётся внедрение научных разработок. Языковое разнообразие препятствует коммуникации и сотрудничеству, а также усвоению и внедрению научных результатов в некоторых европейских странах. В 2000 году ЕС создал Европейское исследовательское пространство (ERA), сформировав единое пространство, направленное на решение данных проблем во всей Европе. В последние годы европейские организации значительно расширили своё сотрудничество в целях решения некоторых из этих вопросов. Европейская научно-исследовательская организация по рыболовству и аквакультуре (EFARO) объединяет 23 научно-исследовательских института в 19 странах Европы, а Сеть центров аквакультуры в Центральной и Восточной Европе (НАСИ) в настоящий момент состоит из 45 институтов 15 стран. За исключением некоторых примеров, межрегиональное сотрудничество является менее развитым, хотя некоторые новые инициативы, такие как Платформа по аквакультуре ASEM, направлены на улучшение сотрудничества между Европой и другими аквакультурными регионами мира. Продолжают создаваться и развиваться аквакультурные (и морские) сети, расширяется их деятельность. AQUA-TNET, европейская тематическая сеть в секторах аквакультуры, рыболовства и управления водными ресурсами, объединяющая более 100 партнёров из почти всех государств-членов ЕС, а также ассоциированных партнёров из стран вне Европы, является всеевропейской сетью по образованию, которая может стать хорошим примером для других регионов. Также развивается распространение информации, в которой участвуют, в частности, европейские организации потребителей. Критерии оценки проектных предложений, подготовленных в рамках конкурсов ЕС, уделяют особое внимание вопросам технологического трансфера и обучения.

Показал себя успешным Консультативный комитет ЕС по рыболовству и аквакультуре (ACFA), обеспечивающий возможности для лучшей консультации и коммуникации между заинтересованными в рыболовстве и аквакультуре сторонами. Недавним важным событием стало создание Европейской технологической и инновационной платформы по аквакультуре (EATIP), направленной на улучшение диалога – опирающегося на наилучшую практику управления – между аквакультурным производством, научным сообществом и политиками, обращая особое внимание на использование потенциала инноваций и технологического развития в производственно-сбытовой цепи продукции аквакультуры в Европе.

1.2 Ключевые проблемы

Растущая конкуренция за ресурсы с другими видами экономической деятельности (урбанизацией, сельским хозяйством, промышленностью, туризмом, защитой природы и т.д.), вероятно, представляет собой наибольший вызов для дальнейшего развития европейской аквакультуры, а доступ к местам, подходящим для аквакультурного производства, становится критичным вопросом.

Экологическое законодательство также воспринимается как груз, особенно с учётом сильно различающихся требований относительно оценки воздействия на окружающую среду в государствах-членах Европейского Союза. Территориальное планирование, особенно в морской среде, поощряется во всех странах Европы как средство для оценки потенциала аквакультуры к развитию. Следует отметить недавнюю публикацию МСОП и FEAP о принципах выбора участков и управления ими. Рамочная директива ЕС по воде (РДВ), Директива ЕС по местообитаниям, Рамочная директива ЕС по морской стратегии и Директива ЕС по стратегической экологической оценке являются важными основополагающими документами, направленными на минимизацию эффектов от человеческих вмешательств в окружающую среду и поддержание целостности экосистем. Необходимо признать положительное экологическое воздействие некоторых методов аквакультуры. Например, пресноводная прудовая аквакультура в Центральной и Восточной Европе создаёт ценные водно-болотные угодья и помогает осуществлять управление водными ресурсами с ограниченным экологическим воздействием, увеличивая время задержания воды и улучшая водный баланс. Несмотря на то что более строгое экологическое законодательство привело к улучшению состояния многих речных бассейнов, в некоторых областях ситуация по-прежнему может считаться серьёзной. Сток из водосборных бассейнов и человеческая деятельность также влияют на качество прибрежных вод, как показывает учащение таких явлений как красные приливы или другие типы токсичного цветения воды.

Неотделимо связана с вопросами охраны окружающей среды проблематика изменения климата. Большинство подсекторов в Европе чувствительны к изменениям экологических факторов, что связано с расположением аквакультурных хозяйств в прибрежных или эстуарных зонах либо на континентальных водных путях, таких как реки, озёра, искусственные пруды или другие водоёмы, а также с длинным производственным циклом (в некоторых случаях до 3 лет), в течение которого производственные стада подвержены многочисленным факторам риска. Как показано в ряде анализов воздействия изменения климата на всемирную аквакультуру, воздействия на аквакультуру Европы также будут последствием изменений поверхностной температуры морей, изменений течений и ветров, повышения уровня моря, увеличения частоты/силы штормов, более высокой температуры континентальных вод, наводнений, засух и других типов водного стресса, например, ухудшения качества воды. Всё это, вероятно, повлечёт за собой сдвиги в производстве и выборе выращиваемых объектов, потенциально большую частоту инфекционных заболеваний, а также потенциально большее количество побегов животных из производственных систем вследствие штормов. Это подтверждается рядом исследований о воздействиях изменения климата на аквакультуру (в частности, в Норвегии). В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед прудовой аквакультурой Центральной и Восточной Европы, является валоризация сектора, то есть присвоение стоимости обеспечиваемым им экосистемным услугам. Одной из них является буферный эффект прудов на доступность воды, будь то излишек (наводнения) или недостаток (засухи). В связи с этим ожидается дальнейшее возрастание количества страховых претензий в связи с погодными рисками, как в прибрежном, так и в пресноводном секторах.

Другими основными внешними факторами, которые с большой вероятностью могут повлиять на конкурентоспособность и долгосрочную устойчивость будущего развития европейской аквакультуры, являются изменчивость вкладов в сектор, торговля, правительственная политика, факторы конкуренции и финансовые факторы, а также глобальные и региональные экономические кризисы. Поскольку ожидается, что импорт аквакультурной продукции (главным образом из Юго-Восточной Азии), по меньшей мере, останется на нынешнем уровне (или, вероятно, даже увеличится по мере роста спроса), глобальное изменение климата и его воздействие на вопросы торговли в значительной мере повлияют на европейский сектор. Использование географических информационных систем (ГИС) для территориального управления в аквакультуре является мощным средством поддержки национальных планов и стратегий по аквакультуре и часто применяется в исследованиях, направленных на регистрацию изменений климата и составление рекомендаций относительно будущей стратегии. Таким образом, европейские политические решения, опирающиеся на науку, могут сыграть критическую роль в будущем развитии аквакультуры региона.

Европейское моллюсководство опирается на естественную продуктивность, а прудовое рыбоводство, особенно в Центральной и Восточной Европе, основано на стимуляции естественного производства кормовых организмов путём внесения неорганических и органических удобрений. Однако в связи с видовым набором, состоящим из лососёвых, лаврака, дорады и других, в основном хищных рыб, возникли вопросы относительно устойчивости использования рыбной муки и рыбьего жира в комбикормах. Если в ближайшие годы уловы непищевых рыб не увеличатся, количество доступной рыбной муки и рыбьего жира не позволит достичь прогнозируемого роста мировой аквакультурной продукции, а особенно – продукции Европы при использовании нынешнего видового набора. Более того, существуют мнения, ставящие под сомнение целесообразность использования данного ресурса вообще, и утверждающие, что значительная часть его должна напрямую использоваться в человеческом питании для поддержания необходимого процента потребляемой дикой рыбы в рационе.

За последнее десятилетие европейские научные исследования и отраслевые инициативы в данном направлении привели к снижению доли рыбной муки в комбикормах на 50 процентов или более. Хотя в центре внимания исследований находятся источники растительного белка, их рыночная цена иногда делает нецелесообразным их применение, а запрет ЕС на использование переработанного животного белка в кормах также не облегчает ситуацию. Подобные усилия предпринимаются и для снижения общего использования рыбьего жира путём его замены, а также практики фазового кормления, при которой на некоторых этапах цикла выращивания используются подходящие смеси растительных масел, затем происходит переход на богатые рыбьим жиром финишные корма для увеличения уровня омега-3-полиненасыщенных жирных кислот с длинной углеродной цепью, что повышает питательную ценность рыбы для потребителей.

Несмотря на то что большую часть аквакультурной продукции в европейской зоне составляют аборигенные виды, не следует пренебрегать долей интродуцированных видов, поскольку они представляют риск для аборигенного биологического разнообразия. Человеческая деятельность, например, перемещение живых организмов между зонами производства или сброс балластных вод с судов, может содействовать распространению неаборигенных видов. Кодекс ведения ответственного рыбного хозяйства ФАО, Кодекс практических правил интродукции и передачи морских организмов ИКЕС и Предложение ЕС о регламенте по неаборигенным видам в аквакультуре содержат принципы и регулятивные меры, направленные на снижение риска, связанного с интродукцией нежелательных видов. Попадание выращиваемых объектов в естественные водоёмы может повлиять на биологическое разнообразие, привести к колонизации прибрежных или пресноводных экосистем молодью, полученной естественным путём, способствовать скрещиванию между одомашненными стадами и дикими популяциями, а также, возможно, содействовать распространению болезней между ними. В Норвегии и Шотландии фермеры обязаны заявлять правительству о побегах животных и иметь план чрезвычайных действий на случай подобных ситуаций. Другие страны, скорее всего, последуют их примеру.

Заболевания рыб представляют собой проблему как с точки зрения здоровья животных, так и с точки зрения их физического благополучия. Управление здоровьем рыб является неотъемлемой частью аквакультурного производства, были предприняты значительные усилия по профилактике заболеваний и снижению использования медицинских препаратов. В большинстве европейских стран, особенно в ЕС, имеются подходящие системы здравоохранения гидробионтов. Научные исследования высокого уровня дают ценные результаты, опираясь на которые разрабатываются новые медицинские препараты и методы лечения. В некоторых секторах аквакультуры (например, лососеводстве) разработка вакцин обернулась настоящей историей успеха, значительно снизившей как смертность рыб, так и потребность в синтетических препаратах. Однако ограниченное наличие зарегистрированных ветеринарных препаратов для устранения рисков здоровью рыб остаётся большой проблемой отрасли. Были предприняты значительные усилия по улучшению благополучия рыб. Мультидисциплинарные исследования в данной области определили используемые в производственных условиях индикаторы благополучия, которые постепенно внедряются в повседневные производственные методы и системы сертификации «наилучшей практики».

Заметный рост лососеводства в Норвегии и выращивания лаврака и дорады в Греции и Испании убедительно доказали положительный эффект политической и финансовой поддержки со стороны правительств. Поддержка со стороны ЕС, софинансируемая государствами-членами в рамках Европейского рыбохозяйственного фонда, также оказала немалое содействие развитию и модернизации имеющихся производственных мощностей с целью снижения воздействий на окружающую среду. Частные инвестиции и листинг акций крупных компаний на биржах региона являются всё более существенным источником инвестиционных финансов для аквакультуры, хотя нынешний упадок экономики, вместе со снижением отпускных цен на большинство выращиваемых объектов, привели к дальнейшей консолидации сектора и ещё большей потребности в оборотном капитале. Однако в регионе имеются и менее развитые страны, где недостаток капитала является серьёзным препятствием для развития аквакультуры. В отношении страхования аквакультурных стад, Европа является регионом с наилучшим облуживанием в мире. Из стран Европы относительно высокое количество страховых контрактов заключается в Норвегии, Шотландии, Фарерских островах, Дании, Исландии, Испании, Мальте, Греции, Италии и Турции, а важнейшими объектами страхования являются лосось, лаврак, дорада, тунец, форель и тюрбо. На прудовых рыбных хозяйствах, особенно в Восточной Европе, управление рисками обычно не включает в себя страхование.

За десять лет, прошедших с принятия Бангкокской декларации и стратегии, был достигнут значительный прогресс в обеспечении экологической устойчивости, безопасности и качества продукции европейской аквакультуры. Однако, в то же время, общее аквакультурное производство ЕС было в состоянии застоя, что находится в резком контрасте с высокими темпами роста в Азии. В духе Бангкокской декларации многие европейские учреждения продолжили укрепление своего сотрудничества с развивающимися странами, особенно через образовательные и научно-исследовательские программы, а также поддерживали и развивали активное двустороннее или многостороннее сотрудничество с учреждениями развивающихся стран. В то же время, известность Бангкокской декларации среди сторон, заинтересованных в европейской аквакультуре, в значительной мере различается в различных сегментах сектора и в различных регионах Европы. Европейские организации и учреждения, активно участвующие в международных программах, хорошо знают данный документ и его содержание. С другой стороны, в Восточной Европе (особенно в странах, не входящих в ЕС) Бангкокская декларация малоизвестна или неизвестна, что указывает на информационный разрыв, всё ещё существующий в этом регионе Европы.

1.3 Дорога в будущее

Ответственное использование ресурсов и охрана окружающей среды останутся ключевыми проблемами в будущем развитии технологий и систем аквакультуры. Поэтому, при отсутствии внедрения новых аквакультурных технологий, таких как отдалённые от берега морские системы или пресноводные установки замкнутого водоснабжения, более широкое использование континентальных и прибрежных вод для целей аквакультуры во многих случаях может ограничиваться растущей конкуренцией со стороны других ресурсопользователей и законодательными препятствиями. На уровне ЕС важнейшими регулятивными и юридическими препятствиями кажутся следующие: отсутствие единого общего подхода к выдаче лицензий; опасения, касающиеся возможного ограничения развития аквакультуры требованиями Рамочной директивы по воде; интерпретация законодательства, относящегося к вреду, наносимому аквакультурным стадам видами, находящимися под защитой, а также применение правил оценки воздействия на окружающую среду на местном уровне. В этом отношении одним из путей развития могло бы стать объединение всех регулятивных аспектов в единый рамочный законодательный акт об аквакультуре, но это требует согласования. Несмотря на то что в европейском законодательстве предусмотрен отдельный сбор данных о продукции аквакультуры и рыболовства, был предпринят ряд инициатив, направленных на оценку финансовых индикаторов, а также осуществимости и стоимости подобного сбора. В настоящее время рассматривается создание «обсерватории аквакультуры», обеспечивающей необходимый количественный подход для поддержки аквакультурной политики.

Окружающая среда меняется во всём мире и, возможно, даже быстрее, чем ожидалось ранее. Глобальное потепление может в значительной мере повлиять на водные экосистемы и распространение видов. Изменение прибрежной водной температуры на один–два градуса изменит рамки европейской аквакультурной деятельности, сдвинув её к северу и, возможно, изменив спектр выращиваемых объектов. Для прогнозирования и определения будущей политики последствия этих изменений и потенциальные сценарии должны оцениваться всеми заинтересованными сторонами, как это уже началось в Норвегии.

Будущий успех современного профессионального сектора европейской аквакультуры будет в растущей мере зависеть от доступности высококачественных услуг в снабжении посадочным материалом и кормами, а также в ветеринарном обслуживании. Помимо традиционных услуг, будет расти потребность в специальных услугах, таких как финансирование, страхование, связи с общественностью или управление компетенциями. Можно также ожидать значительного разнообразия в целях и темпах будущего развития аквакультуры в отдельных странах или подрегионах Европы, что будет зависеть главным образом от социально-экономической действительности данных стран или подрегионов. Новые аквакультурные технологии, такие как отдалённые от берега морские системы, установки замкнутого водоснабжения или интегрированные системы производства, обеспечивают возможности для развития, хотя маловероятно, чтобы в следующем десятилетии они составили большую часть европейских производственных систем.

Не существует единого индикатора, показывающего или доказывающего улучшения в практике аквакультуры за последнее десятилетие, либо единой точки отсчёта, относительно которой они могли бы измеряться. Усилия, предпринятые сектором производства, в самом деле значительны, но средний европейский гражданин, заинтересованный в потреблении более здоровых морепродуктов, не знает о них и имеет, в определённой степени, априорно отрицательное мнение об аквакультуре, что часто объясняется незнанием того, что купленный им продукт был выращен в искусственных условиях, либо недоступностью сбалансированной информации о способах его производства. Это, иногда отрицательное, общественное восприятие также отмечено отдельными политиками и неэкспертами. В связи с этим, частые протесты против освоения новых производственных участков, вероятно, не уменьшатся, и усилия по разъяснению необходимости местного производства сертифицированной высококачественной водной продукции вблизи европейских рынков будут исключительно важны. Эта работа должна выполняться как организациями производителей и каналами распределения, так и национальными и европейскими учреждениями в сотрудничестве со всеми другими заинтересованными сторонами. Европарламент и отрасль аквакультуры призвали Европейскую комиссию поддержать разработку «знака экологического качества» для сертификации экологически чистых методов аквакультуры в Европе. Эта, или другая подобная система маркировки может помочь в улучшении общественного восприятия сектора.

Наконец, за последнее десятилетие мы стали свидетелями значительного развития взаимоотношений между европейскими организациями, занятыми в аквакультуре, и, в частности, инициатив, направленных на привлечение к сотрудничеству организаций потребителей, как на европейском, так и на национальном уровнях. Между продукцией аквакультуры и говядиной, свининой и птицей существует жёсткая конкуренция, хотя за последнее десятилетие наибольший рост отмечался в секторе аквакультуры. Лучшая коммуникация внутри производственно-сбытовой цепи и с потребителями будет иметь большую важность в секторе морепродуктов, где европейские продукты заполняют относительно высокую ценовую нишу по сравнению с другой аквакультурной продукцией и другими источниками животного белка.

Основные рекомендации Бангкокской декларации и стратегии 2000 года относительно осуществления аквакультурных стратегий путём регионального и межрегионального сотрудничества (между различными партнёрами, включая правительства, неправительственные, фермерские, региональные и международные организации, агентства развития, финансирующие организации, агентства кредитования и потребительские группы) заслуживают особого внимания в будущем. Следует и в дальнейшем стимулировать синергические эффекты и сотрудничество между существующими организациями, а также создавать новые региональные организации по аквакультуре, поддерживая обмен информацией с существующими региональными сетями.

2. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОН РЕГИОНА

Регион, рассматриваемый в настоящем обзоре, включает в себя 49 стран[1]. Их географический и политический фон в значительной мере различается, включая в себя как самую большую страну мира (Российская Федерация), так и малые островные государства или автономные территории (Фарерские острова, Нормандские острова). Усреднённые экономические и социальные статистические данные также скрывают большие различия, поскольку многие находящиеся в переходном периоде страны Восточной Европы, затронутые в 1990-х годах жестоким экономическим, социальным и политическим кризисом, в значительной мере отличаются от государств Западной Европы, которые, напротив, входят в число наиболее развитых стран мира. На 2009 год 27 из 49 рассматриваемых стран являются членами Европейского Союза (ЕС), а все остальные, за исключением европейских стран, входящих в Содружество Независимых Государств (СНГ)[2], тесно связаны с этой организацией, как политически, так и экономически.

В 2009 году общее население региона составляло 818 млн человек. Странами с наибольшим населением являются следующие (см. также рисунок 1): Российская Федерация (142 млн жителей), Германия (82 млн), Турция (75 млн), Франция (63 млн), Великобритания (62 млн), Италия (60 млн), Украина (46 млн), Испания (46 млн) и Польша (38 млн) (World Bank, 2010a). Поскольку в этих 9 странах проживает 75 процентов всего населения данного региона, они играют определяющую роль в спросе на продовольствие в регионе, отвечая за 77 процентов всего потребления рыбы и морепродуктов в анализируемых 49 странах (FAO, 2009b). С другой стороны, несмотря на экономическое и демографическое значение этих стран, их общая аквакультурная продукция является менее значительной (она составляет всего 48,1 процента общей продукции морепродуктов в регионе), поскольку ведущим производителем выращиваемой рыбы в Европе является Норвегия со своими 33,5 процентами (FAO, 2010).

Совокупно, регион является одной из важнейших экономических зон Земли. В него входят 5 из 10 крупнейших экономик мира[3] (World Bank, 2010b): Германия (4-я), Франция (5-я), Великобритания (6-я), Италия (7-я) и Испания (9-я). Поскольку Российская Федерация (12-я), Нидерланды (16-е), Турция (17-я), Швейцария (19-я), Бельгия (20-я), Польша (21-я), Швеция (22-я), Австрия (23-я) и Норвегия (24-я) также входят в первые 25, мощная экономика региона обеспечивает настолько сильную покупательную способность, что благодаря ей Европа доминирует в мировом спросе на морепродукты: в то время как население региона составляет 12,5 процента от мирового, оно отвечает за 14,8 процента всемирного потребления рыбы и рыбопродуктов[4] (FAO, 2009b). Европейский Союз является главным импортёром рыбных продуктов в мире, поскольку имеющийся спрос не может быть покрыт за счёт продукции рыболовства и аквакультуры в регионе.

Для демонстрации отличающихся экономических условий между странами Западной и Восточной Европы целесообразнее использовать среднедушевой валовой внутренний продукт (ВВП). На рисунке 2 показаны данные за 2009 год (IMF, 2010), которые не отражают последние изменения экономических условий вследствие недавнего всемирного финансового кризиса. Хорошо заметно,

---

[1] Из этих 49 стран 43 предоставляют ФАО статистические данные по аквакультуре: Австрия, Албания, Беларусь, Бельгия, Болгария, Босния и Герцеговина, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Дания, Израиль, Ирландия, Исландия, Испания, Италия, Кипр, Латвия, Литва, Бывшая Югославская Республика Македония, Мальта, Республика Молдова, Нидерланды, Норвегия, Нормандские острова, Польша, Португалия, Российская Федерация, Румыния, Сербия, Словакия, Словения, Турция, Украина, Фарерские острова, Финляндия, Франция, Хорватия, Черногория, Чехия, Швейцария, Швеция, Эстония.

[2] Европейские страны Содружества Независимых Государств (СНГ) включают в себя Беларусь, Республику Молдова, Российскую Федерацию и Украину; статистические данные по СНГ см. на www.cisstat.com/eng/

[3] В 2009 году, по номинальному ВВП (валовому внутреннему продукту)

[4] В 2005 году в регионе проживали 812 млн из 6 515 млн живущих на свете человек, а общее потребление рыбы составляло 15,83 млн тонн, по сравнению с мировым потреблением рыбы, равным 108,72 млн тонн (FAO, 2009b)

что между странами EACT (Европейской ассоциации свободной торговли)[5], бывшими странами ЕС-15, нововступившими 12 странами и странами Восточной Европы, не входящими в ЕС (Балканы и СНГ) существуют значительные различия в среднедушевом ВВП.

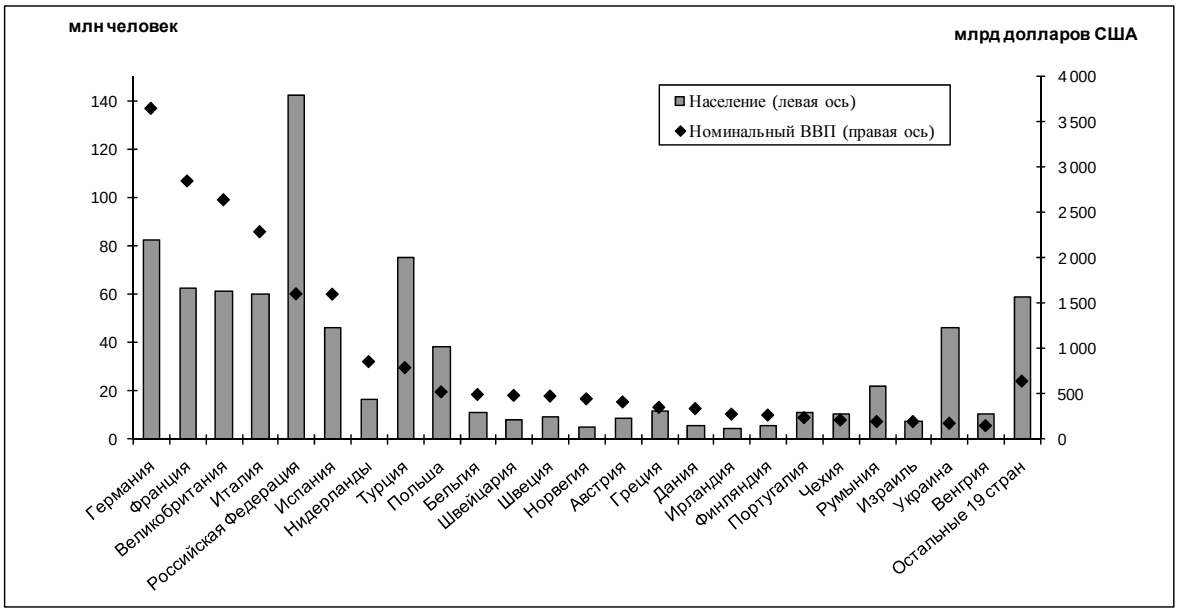


Рисунок 1. Население и ВВП в важнейших странах Европы в 2009 году, включая Российскую Федерацию (World Bank, 2010a,b)

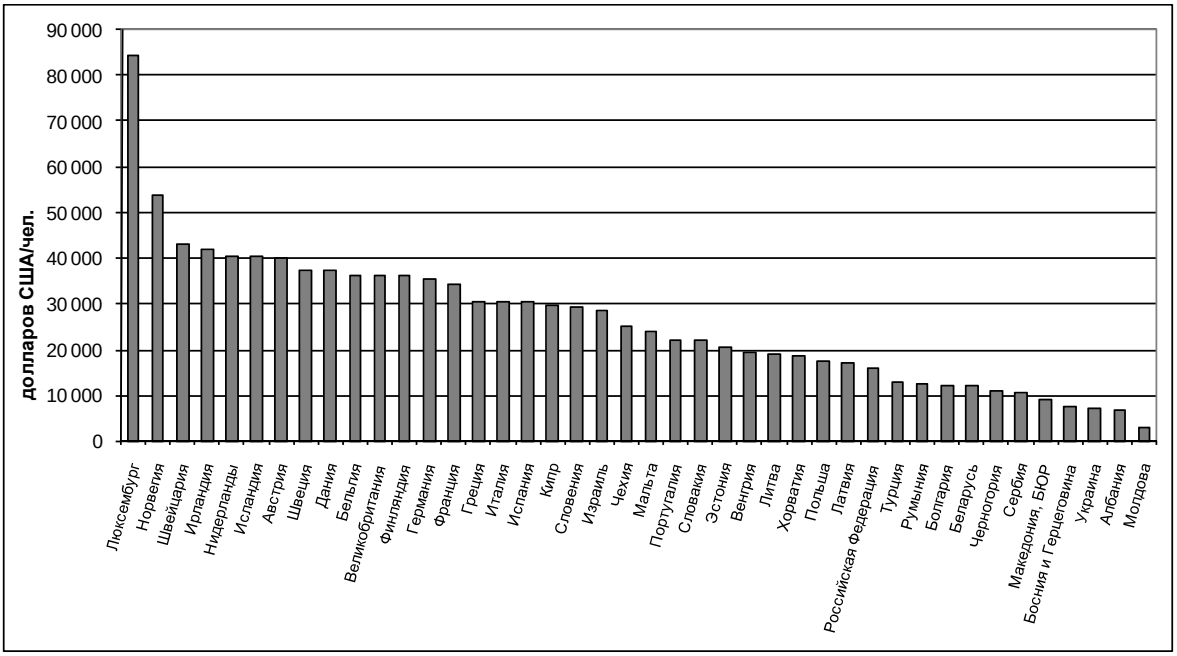


Рисунок 2. ВВП на душу населения в долларах США (в ППС) в 2009 году в отдельных странах Европы (IMF, 2010)

В международном сравнении, в большинстве крупнейших экономик Европы (Германии, Франции, Великобритании, Италии, Испании, Нидерландов, Бельгии) ВВП на душу населения (в ППС[6])

[5] www.efta.int

[6] Теория паритета покупательной способности (ППС) использует долгосрочный равновесный курс двух валют для уравнивания их покупательной способности. Использование ППС в качестве основы может быть более полезным при сравнении общих различий в уровне жизни между странами, поскольку, вместо простого

составляет около 30 000–40 000 долларов США, т.е. близко к аналогичным показателям Японии, Канады и Австралии (34 000–39 000 долларов), но значительно ниже, чем в Соединённых Штатах Америки (46 000 долларов). В Российской Федерации, Польше и Турции эти значения (12 000–18 000 долларов) ниже, чем в среднем по Европе, но они хорошо сопоставимы со среднедушевым ВВП в более развитых экономиках Латинской Америки (например, в Мексике, Аргентине и Чили). Во всех странах региона – кроме Украины и Молдовы – ВВП на душу населения выше, чем в Китае (6 500 долларов) (IMF, 2010).

На рисунке 3 показано среднедушевое потребление рыбы в странах региона. Более высокие показатели потребления рыбы встречаются в странах с более богатым населением или давними традициями рыболовства и других видов морской деятельности. В странах, не имеющих выхода к морю, потребление рыбы, как правило, является более низким даже при высоком среднедушевом ВВП (Швейцария, Австрия), несмотря на то, что обычно чем выше доходы, тем больше рыбы потребляется. Естественно, ведущими по потреблению рыбы являются страны (Исландия, Фарерские острова, Португалия, Норвегия), имеющие давние традиции мореходства и морского рыболовства. Со стороны потребления рыбной продукции, сильное влияние традиций морского рыбного промысла на потребление рыбы может, в некоторой степени, объяснить причины относительно быстрого темпа роста европейской марикультуры по сравнению с аквакультурой во внутренних водоёмах.

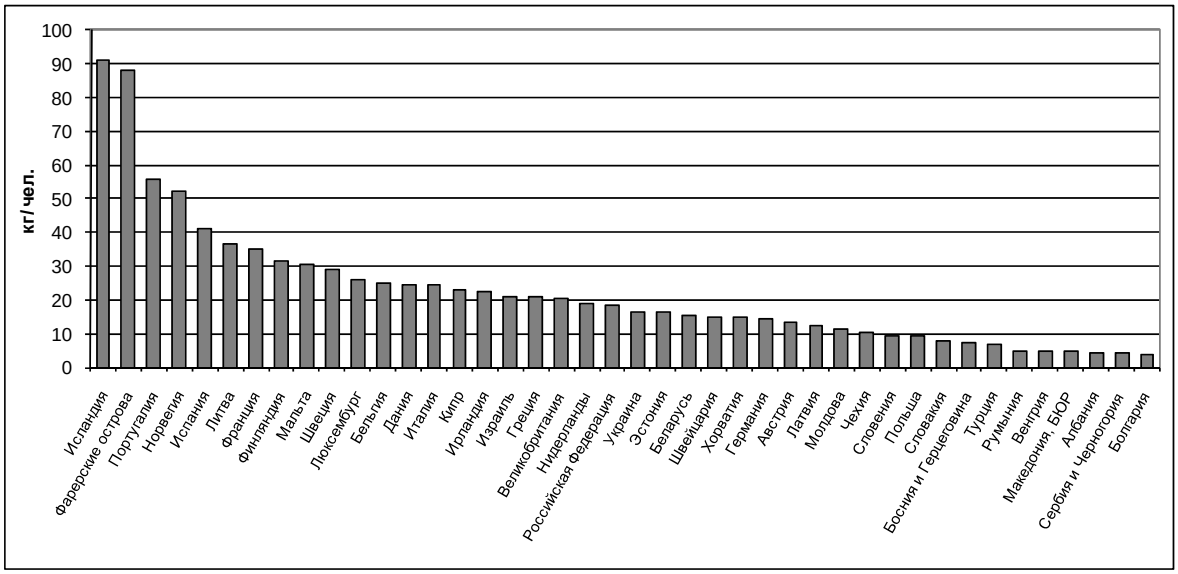


Рисунок 3. Потребление рыбы на душу населения в отдельных странах Европы в 2005 году (FAO, 2009b)

Рост населения, будучи фактором, влияющим на изменение спроса на рыбопродукты, заслуживает анализа, поскольку он может косвенно улучшить возможности роста аквакультурной продукции. На рисунке 4 видно, что, в противоположность другим регионам, Европа[7] отличается меньшим ростом населения, что уменьшает её значение в отношении общих перспектив развития глобального спроса на продовольствие. Большинство стран Восточной Европы и Германия давно борются с уменьшением населения, тогда как рост населения других западноевропейских стран приписывается главным образом положительному сальдо миграции или более быстрым темпам роста населения среди иммигрантов. Из стран региона только Израиль, Турция, Албания, Исландия и Ирландия характеризуются значительным естественным приростом населения.[8] (UN, 2009; Eurostat, 2009a).

сравнения номинального валового внутреннего продукта (ВВП), ППС принимает во внимание относительную стоимость жизни и темпы инфляции различных стран.

[7] Эти данные по Европе не включают в себя Турцию, Израиль и Кипр. В СтатООН эти страны включены в набор данных по Азии.

[8] В этих странах темп естественного изменения численности населения составляет около 1 процента (Евростат, СтатООН)

Анализируя экономическое и социальное значение аквакультуры в Европе, становится ясным, что сектор аквакультуры играет лишь незначительную роль в экономике и занятости стран. Даже в Норвегии, которая, со своими 840 000 тонн/год, является 11-м крупнейшим аквакультурным производителем в мире, отрасль рыбоводства отвечает менее чем за 0,4 процента общего ВВП[9] и даёт работу только 4 900 людям, что составляет менее чем 0,2 процента общей рабочей силы в стране (Statistics Norway, 2009a; 2009b). Статистические бюро не выделяют отдельно экономические данные по сектору аквакультуры, в национальных отчётах последние, как правило, включаются в категорию *«сектор рыболовства и рыбоводства»*. Рисунок 5 показывает вклад *сектора рыболовства и рыбоводства* в национальную экономику тех стран Европы, для которых Евростат[10] приводит данные национальных отчётов. Рыбопромысловый сектор, в целом, играет значительную экономическую роль только в Исландии (4,7 процента ВВП), однако в этом случае 99,7 процента рыбной продукции поступают из рыболовства, поэтому аквакультура в этой стране не имеет существенного экономического значения. На рисунке 5 видно, что добавленная стоимость *сектора рыболовства и рыбоводства* достигает 0,2 процента ВВП в 10 странах Европы, но только в трёх из них аквакультура преобладает над рыболовством, а именно, в Норвегии, на Мальте и в Греции. Евростат не приводит данных по Фарерским островам, но в данном автономном регионе вклад аквакультуры в ВВП составляет около 3 процентов (см. Главу 7). Итак, можно утверждать, что в европейском регионе, за исключением вышеуказанных 3 стран, рыбоводство является незначительным в экономическом плане (менее чем 0,1 процента ВВП).

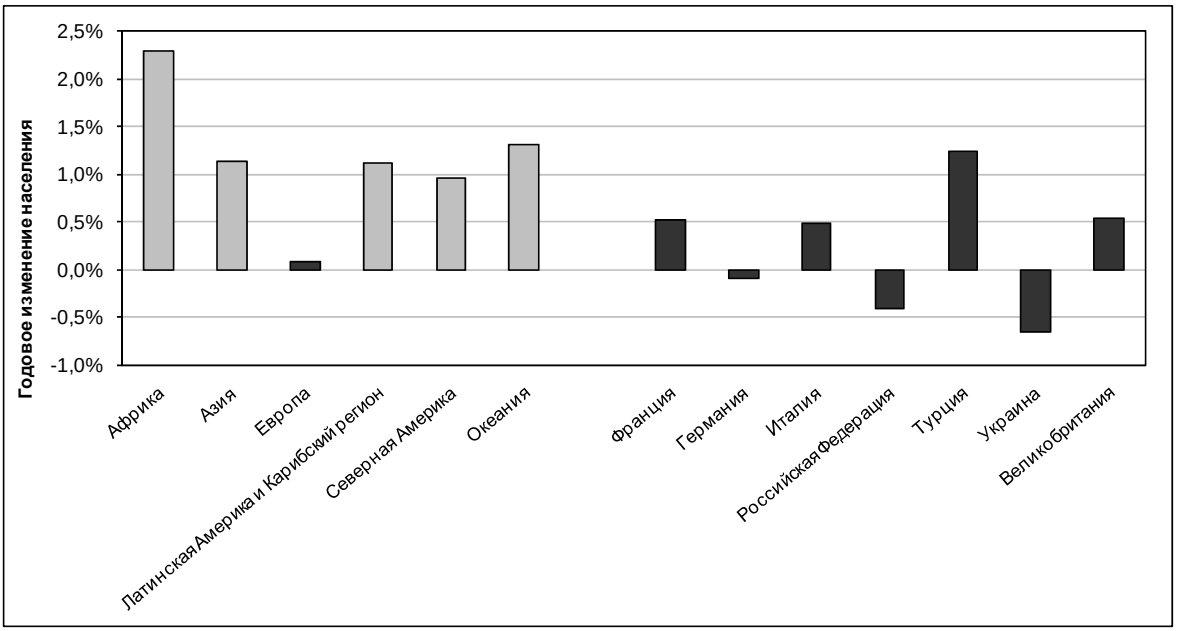


Рисунок 4. Среднегодовые темпы роста населения, 2005–2010, по регионам и в отдельных странах Европы (UN, 2009)

Общая занятость в секторе аквакультуры региона составляет около 125 000 человек (см. таблицу 7 в Главе 7), но различные статистические данные противоречивы и неполны. Аквакультура является

[9] Хотя в официальной статистике данные по сектору аквакультуры отдельно не указываются, национальные отчёты Бюро статистики Норвегии (www.ssb.no/english/subjects/09/01/knr_en/tab-2009-08-20-18-en.html) показывают, что в 2007 и 2008 годах вклад сектора рыболовства и рыбоводства в национальный ВВП составлял, соответственно, 0.51 и 0.38 процента. Доля ценности продукции рыбоводства несколько выше (60 процентов), чем доля ценности продукции рыболовства (40 процентов).

[10] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/national_accounts/data/database. Примечание: Не включает в себя такие страны как Российская Федерация, Украина, Беларусь, Молдова, Албания, Босния и Герцеговина, Сербия, Черногория, Израиль, Фарерские и Нормандские острова.

важным работодателем в Российской Федерации (27 200 человек), Франции (21 600 человек), Испании (12 000 человек) и Украине (8 000 человек) (см. таблицу 7). Экстенсивные и полуинтенсивные системы (прудовая аквакультура) дают работу большему количеству людей на единицу произведённой продукции, чем современные интенсивные системы (установки замкнутого водоснабжения и садковая аквакультура), что может объяснить, почему аквакультура в Норвегии (4 900 человек), Нидерландах (120 человек) или Дании (850 человек) обеспечивает значительно меньшее число рабочих мест (Таблица 7). С другой стороны, это также значит, что в аквакультуре Западной Европы производительность труда выше, чем в аквакультуре Восточной Европы (в случае норвежского лососеводства на одного рабочего приходится 250–300 тонн, по сравнению с 8–10 тоннами на одного рабочего в восточноевропейской экстенсивной прудовой аквакультуре, основанной на карпе).

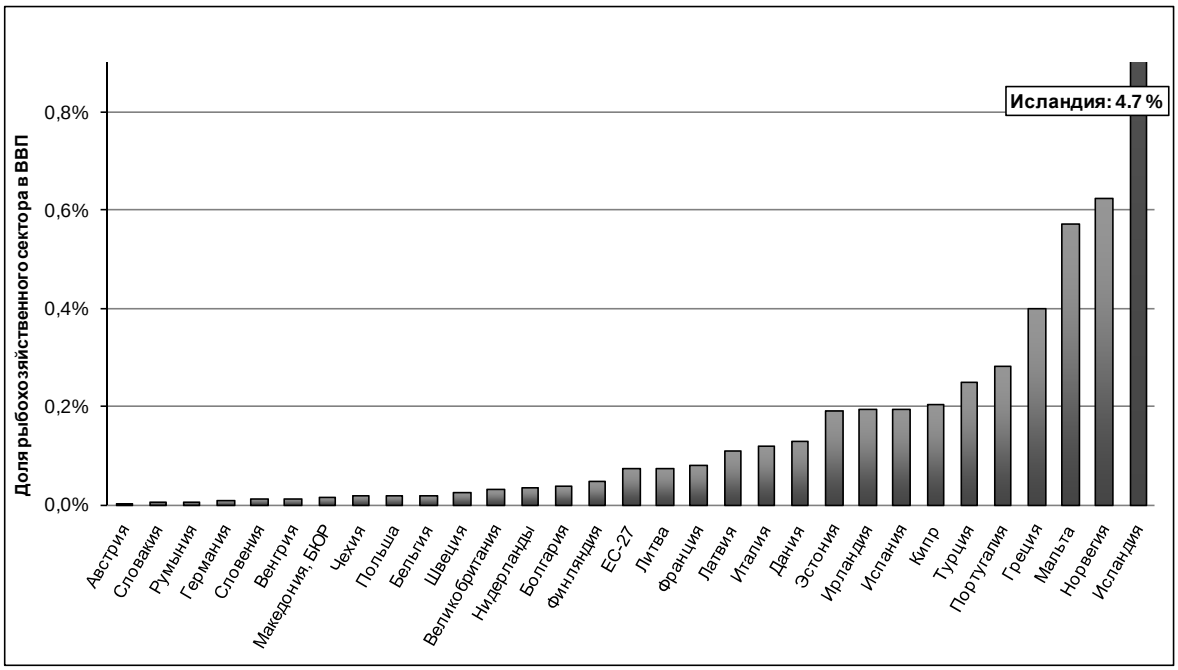


Рисунок 5. Доля добавленной стоимости сектора рыболовства и рыбоводства в общем ВВП отдельных европейских стран, средние цифры за 2005–2008 годы (Eurostat, 2009b)

Что касается относительной роли аквакультуры в общей занятости, было отмечено, что она отвечает меньше чем за 0,2 процента всех занятых во всех странах региона, кроме Фарерских островов. Несмотря на то что не существует официальной статистики о гендерном соотношении по всему рассматриваемому региону, согласно оценке одного исследования, в бывших странах ЕС-25 в 2003 году женщины составляли 31 процент (20 400) всех занятых в аквакультуре лиц (65 400) (Salz *et al*., 2006).

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕКТОРА

3.1 Состояние и тенденции

3.1.1 Объёмы и ценность продукции в регионе

В 1990 году европейская аквакультура произвела 1 622 000 тонн продукции, ценность которой, согласно оценкам, составляла 4 076 млн долларов США, то есть 2,5 доллара за кг. К 2008 году объём продукции вырос до 2 518 614 тонн с ценностью 9 390 млн долларов, то есть, в среднем, 3,73 доллара за кг (FAO, 2010). Объём продукции за этот 19-летний период увеличился на 55,3 процента, тогда как её ценность выросла в два раза (Рисунок 6), что означает, что среднегодовые темпы роста объёма и ценности составляли, соответственно, 2,47 и 4,75 процента.

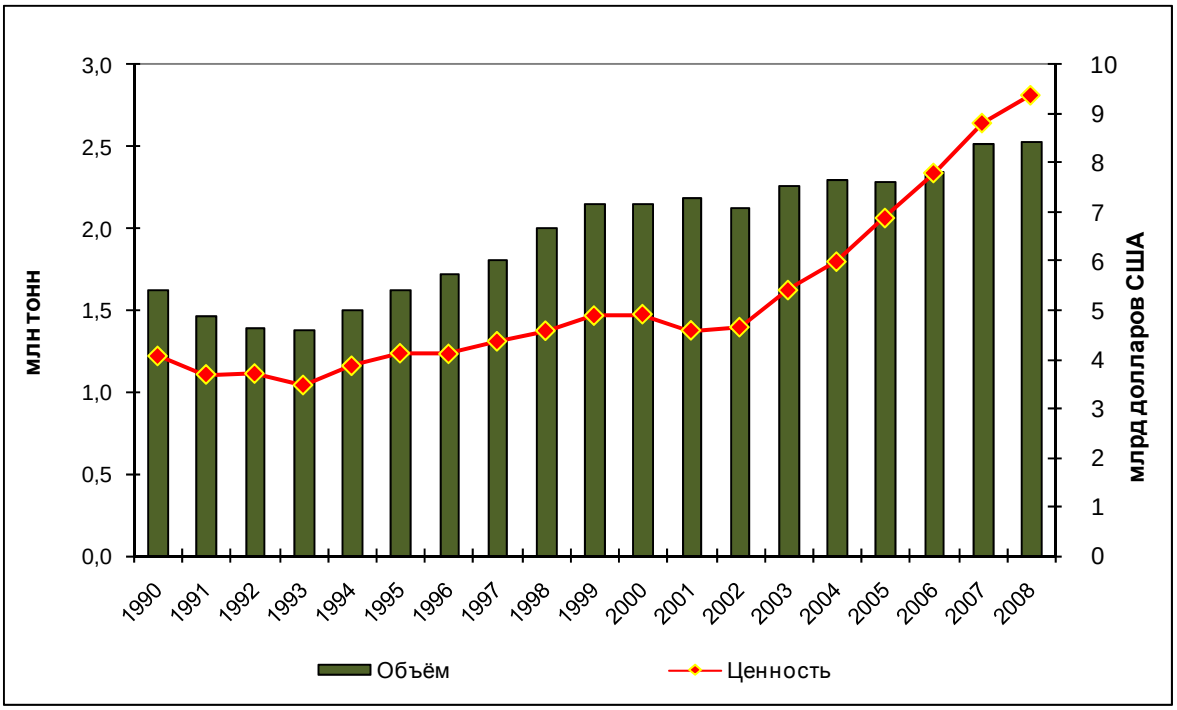


Рисунок 6. Объём (в тоннах) и ценность (в млрд долларов США) продукции аквакультуры в Европе между 1990 и 2008 годами (*Источник*: FAO, 2010)

Последние имеющиеся данные (2008 года; см. рисунок 7) также показывают, что большая часть аквакультурной продукции, около 75 процентов, происходит из морской аквакультуры (FAO, 2010). Между 1990 и 2008 гг. продукция пресноводной аквакультуры упала приблизительно с 729 500 тонн до 540 900 тонн. Для сравнения, продукция морской аквакультуры, включая рыбу, моллюсков и водные растения, выросла с 807 000 тонн до 1 884 000 тонн. В то же время, солоноватоводная продукция осталась более или менее неизменной (увеличилась с приблизительно 85 000 тонн до 93 000 тонн).

Между 2002 и 2008 годами общая продукция аквакультуры показала умеренный рост, увеличившись приблизительно на 18,4 процента (с 2 127 681 тонн до 2 518 614 тонн). Однако это не проявляется равномерно во всех подсекторах аквакультуры и во всех странах. Как правило, производство морских видов рыб (особенно лосося, а также, в некоторых средиземноморских странах, лаврака и дорады) продолжало расти (с некоторыми колебаниями между годами), тогда как в производстве ряда пресноводных рыб и моллюсков, составляющих около половины общего объёма продукции, наблюдалась общая стагнация (Рисунок 8).

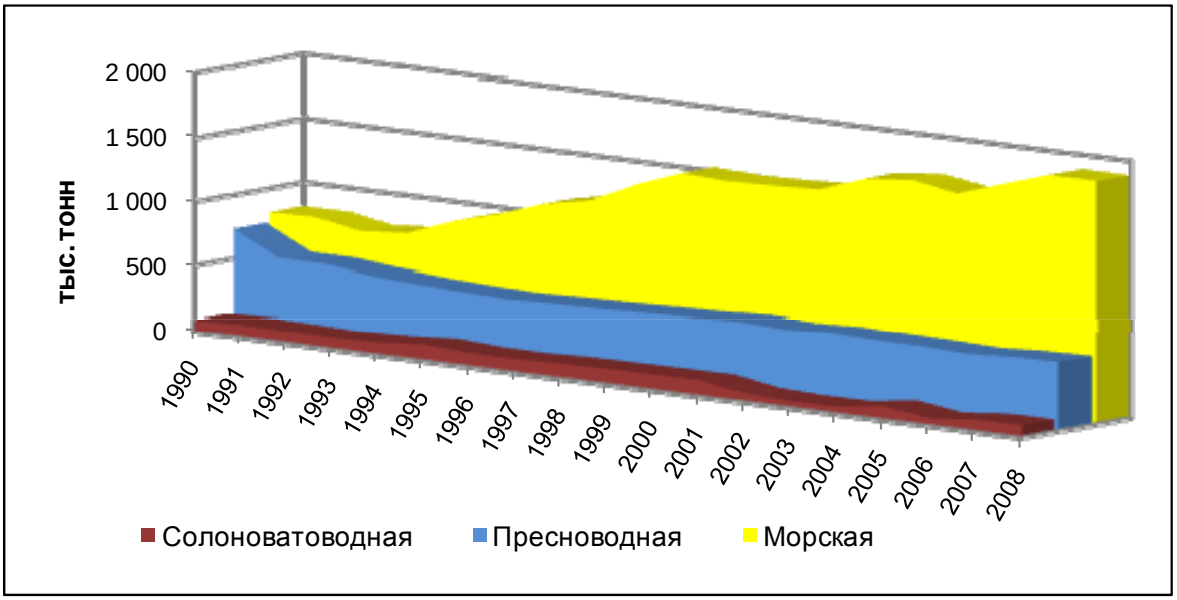


Рисунок 7. Объёмы продукции аквакультуры (в тоннах) по средам выращивания в Европе между 1990 и 2008 годами (*Источник*: FAO, 2010)

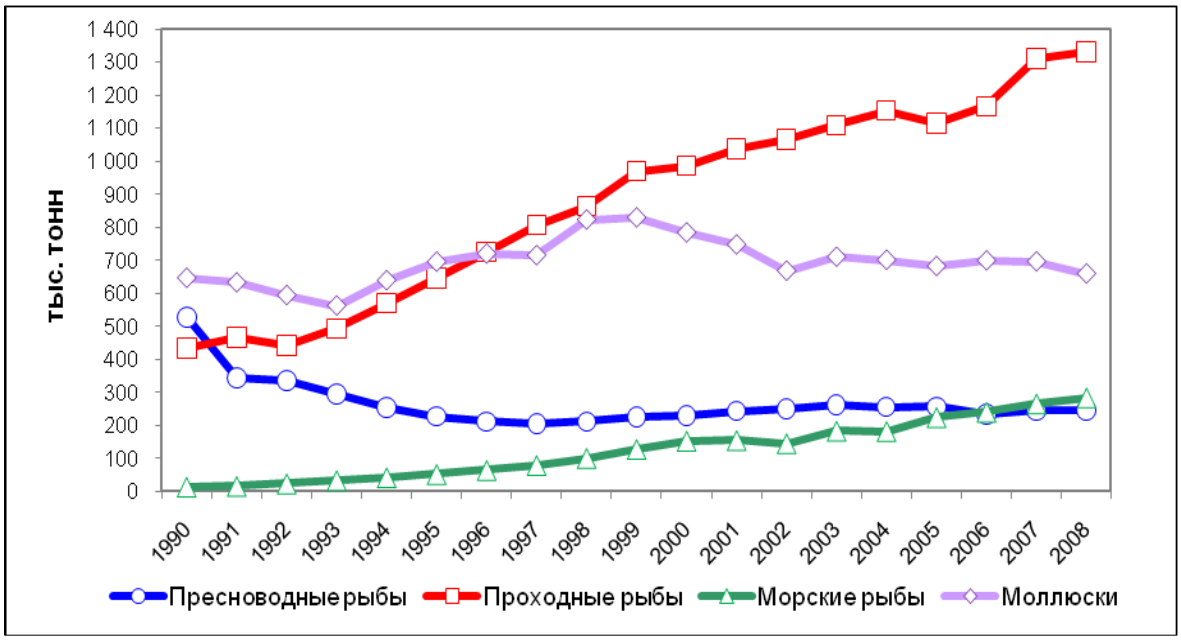


Рисунок 8. Объёмы продукции аквакультуры в Европе по главным видовым группам (*Источник*: FAO, 2010)

Девяносто процентов продукции происходит из двенадцати крупнейших стран-производителей, перечисленных в таблице 1. Ведущее место в регионе занимает аквакультурное производство Норвегии, дающее 33,5 процента продукции, как по объёму (National Veterinary Institute of Norway, 2009) так и по ценности. Хотя по объёму продукции Испания занимает второе место, по ценности она отходит на шестое место из-за меньшей стоимости мидий по сравнению с рыбами.

Из крупнейших стран-производителей наибольшее влияние на развитие аквакультуры в регионе, бесспорно, оказала Норвегия. Этот успех может быть приписан главным образом повышению объёмов продукции и продуктивности аквакультуры атлантического лосося в 1990-е годы, которому содействовали значительное улучшение производства кормов, усовершенствованные технологии и управление хозяйствами, генетическая селекция и биологическая безопасность (Rana, 2007).

Таблица 1. Объёмы и ценность аквакультурной продукции в двенадцати крупнейших странах-производителях Европы в 2008 году (*Источник*: FAO, 2010)

	Объёмы		**Ценность**	
	Тонны	**% от общего**	**млн US$**	**% от общего**
Норвегия	843 730	33,5	3 119 011	33,2
Испания	249 062	9,9	517 771	5,5
Франция	237 833	9,4	814 023	8,7
Италия	181 469	7,2	810 375	8,6
Великобритания	179 187	7,1	954 515	10,2
Турция	152 260	6,0	649 372	6,9
Российская Федерация	115 420	4,6	364 278	3,9
Греция	114 888	4,6	544 071	5,8
Ирландия	57 210	2,3	174 637	1,9
Нидерланды	46 622	1,9	148 150	1,6
Фарерские острова	45 929	1,8	229 645	2,4
Германия	43 977	1,7	142 773	1,5
Другие	251 027	10,0	922 038	9,8
Итого	**2 518 614**	**100**	**9 390 659**	**100**

Однако эти общие цифры по региону скрывают значительные различия между Западной Европой, с одной стороны, и Центральной и Восточной Европой, с другой (Рисунки 9 и 10). В то время как в Западной Европе продукция за данный период увеличилась приблизительно с 1 127 000 тонн до 2 251 000 тонн, в Восточной Европе она упала с 495 000 тонн до 267 000 тонн, главным образом вследствие бурного периода в экономике в начале девяностых годов.

Распределение продукции между различными средами выращивания (морской, солоноватоводной и пресноводной) в Западной Европе, с одной стороны, и Центральной и Восточной Европе, с другой, показано на рисунке 9. На рисунках 9 и 10 хорошо видно, что доминантным сектором аквакультуры в Европе является морская аквакультура, которая, в течение последних пятнадцати лет, показывала постепенный рост, хотя в последние годы эти темпы развития снизились и рост продукции приостановился. Кроме того, рисунок 10 ясно показывает, что рост пресноводной аквакультуры, преобладающей в ЦВЕ, замедляется как в ЦВЕ, так и в Западной Европе.

Доля аквакультурной продукции Западной Европы в общей европейской продукции аквакультуры составила около 89 процентов по объёму и 92 процента по ценности в 2008 году (Рисунок 10). Продукция морской и солоноватоводной аквакультуры в Центральной и Восточной Европе в 2008 году составила лишь 10 558 тонн, что является незначительным по сравнению с Западной Европой, где продукция тех же секторов равнялась 1 967 172 тоннам. С другой стороны, продукция пресноводной аквакультуры в странах ЦВЕ в 2008 году была равна 256 856 тоннам, что составляет около 47,5 процентов общей пресноводной аквакультурной продукции в Европе.

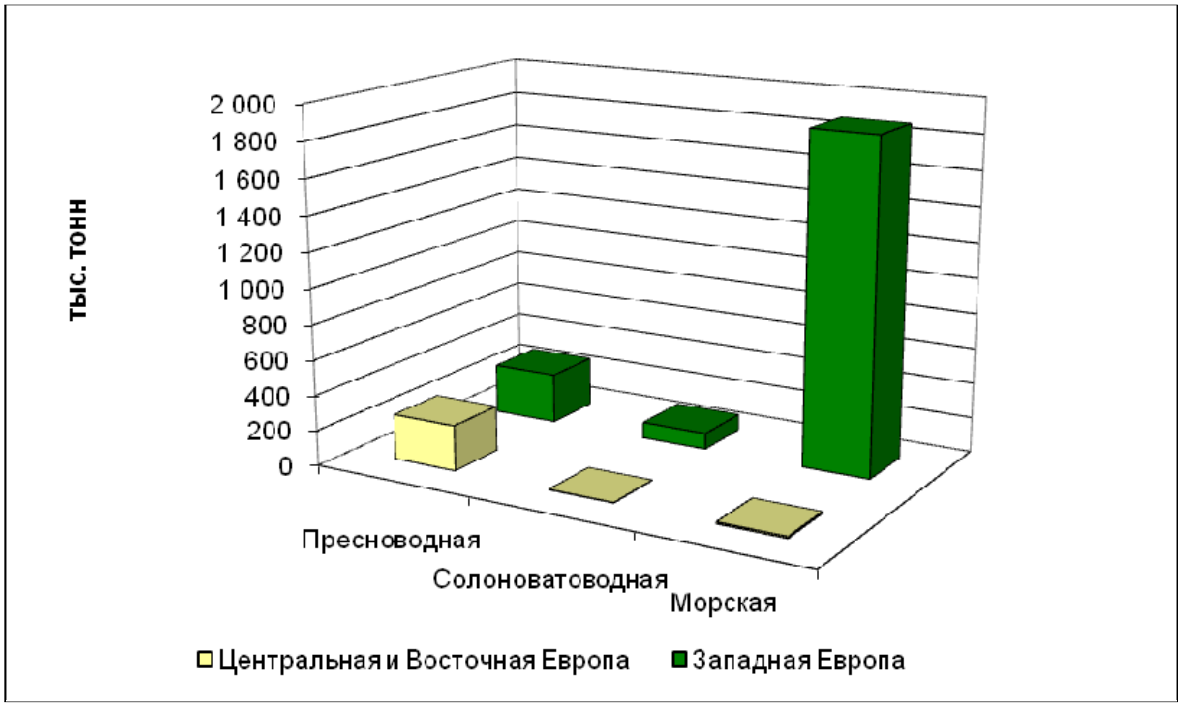


Рисунок 9. Объёмы продукции аквакультуры (в тоннах) в Европе по регионам и средам выращивания в 2008 году (*Источник*: FAO, 2010)

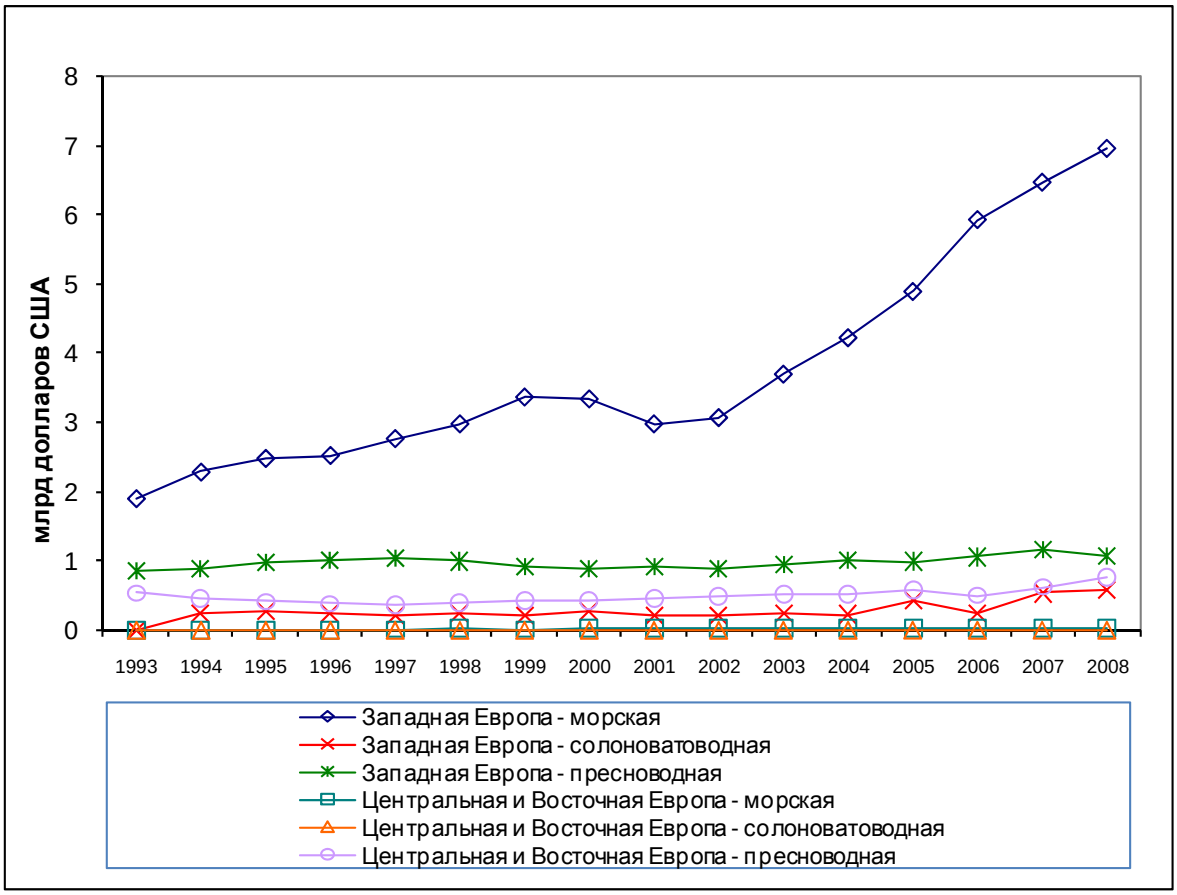


Рисунок 10. Изменения ценности произведённой аквакультурной продукции (млрд долларов США) в Европе между 1990 и 2008 годами (*Источник*: FAO, 2010)

В 2008 году ФАО получила и включила в «Fishstat Plus» данные о производстве более 120 видов, что показывает большое разнообразие аквакультуры в Европе. Несмотря на то что в европейском рыбоводстве по-прежнему преобладают лососёвые, лаврак, дорада и карп (Рисунок 11), за последние пять лет наибольшие темпы роста продукции отмечались у видов с более высокой удельной стоимостью, особенно у тюрбо и тунца. Аквакультура угря также испытала значительный рост, но в случае данного вида наблюдается относительно низкий уровень насыщения рынка, и вероятность прорыва очень мала. Некоторые производители также нацелились на рыночный сегмент менее ценных, но более массово производимых объектов, таких как треска и сом.

Несмотря на то что объёмы продукции пресноводных рыб почти равны в Западной Европе (284 000 тонн) и Центральной и Восточной Европе (256 800 тонн), доминирующими объектами в регионе ЦВЕ являются карповые, дающие 75 процентов общей продукции, тогда как в Западной Европе 68 процентов общей пресноводной аквакультурной продукции составляет форель.

По объёмам производства важнейшим видом был атлантический лосось (36,6 процента), за которым следовали радужная форель (11,7 процента), морские мидии (7,2 процента), мидия съедобная (6,8 процента) и карп (6 процентов) (Таблица 2). Карп является важнейшим объектом пресноводного рыбоводства. Лосось и форели составляют 51,1 процента общего объёма продукции, причём более трети всей продукции состоит из атлантического лосося. Выращивание морских рыб значительно выросло за последние 10 лет. Два преобладающих вида: дорада и лаврак – сегодня составляют 7,4 процента общей продукции. Важнейшие производимые моллюски обеспечивают 27 процентов, в этом количестве преобладают мидии, выращиваемые в атлантических и средиземноморских водах (19,6 процента). Следует отметить, что категория, обозначенная как «мидиевые», по сути, представляет собой продукцию Иберийского полуострова (Рисунок 11; см. также вставку 1).

Таблица 2. Тенденции изменения объёмов продукции (в тоннах) основных объектов аквакультурного производства в Европе в 2002–2008 гг. (*Источник*: FAO, 2010)

Вид	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Карп	144 643	149 725	152 943	153 838	153 299	159 961	147 092	155 225	152 076
Лосось атлантический	623 114	647 056	678 397	728 630	784 566	756 967	792 988	908 986	921 708
Форель радужная	290 492	324 183	321 280	307 665	289 417	274 178	276 692	298 068	294 716
Другие виды форели	46 120	39 385	36 020	42 145	46 397	50 467	58 584	62 543	70 506
Дорада	77 518	80 272	75 025	91 750	88 444	104 525	105 554	121 949	125 467
Лаврак обыкновенный	42 319	43 320	41 566	48 971	44 726	51 491	58 393	60 600	61 367
Мидия съедобная	189 890	165 605	162 508	195 438	208 315	200 134	154 814	178 591	171 123
Мидиевые	248 101	246 341	194 080	205 950	231 863	158 534	229 244	209 944	180 547
Мидия черноморская	127 392	141 134	129 520	145 591	89 204	108 014	113 306	102 819	103 155
Устрица гигантская	140 582	115 049	120 982	122 006	126 626	127 742	120 941	122 738	124 943
Петушок японский	56 365	57 420	42 895	26 484	29 626	68 006	58 286	63 858	63 687
Прочие	164 655	172 638	172 465	193 605	197 756	215 135	222 228	229 461	249 319
ИТОГО	**2 151 191**	**2 182 128**	**2 127 681**	**2 262 073**	**2 290 239**	**2 275 154**	**2 338 122**	**2 514 782**	**2 518 614**

Вставка 1. Моллюски и ракообразные

В 2008 году продукция моллюсков, составляющая 658 000 тонн, обеспечила 26 процентов объёма всей европейской аквакультурной продукции (и 16,5 процентов её ценности) (Рисунок 12).

Данная деятельность основана на сборе молоди в естественных условиях и очень чувствительна к токсичному цветению воды, аномальным климатическим условиям или случайным загрязнениям. Это объясняет ежегодные колебания объёмов продукции и затрудняет точное описание краткосрочных тенденций. После периода непрерывного роста продукция европейского моллюсководства достигла своего максимального выхода к концу 1990-х годов, после чего пошла на убыль. Средняя общая продукция моллюсков в 2004–2008 годах уменьшилась на 8,1 процента по сравнению с её средним значением за 1999–2003 годы.

В данном секторе, имеющем большое социально-экономическое значение, преобладает западно-европейское мидиеводство, представляющее 71 процент общей продукции моллюсков. Оно основано на двух видах: съедобной мидии (*Mytilus edulis*) и черноморской мидии (*M. galloprovincialis*), между которыми, в некоторых регионах, возможна гибридизация. Важнейшим производителем является Испания, но значительное производство существует также в Нидерландах, Италии, Франции, Ирландии и Великобритании, тогда как в других атлантических и средиземноморских странах (Греция, Хорватия) выращиваются более скромные объёмы. Уменьшающаяся средняя продукция периода 2004–2008 гг. на 18,7 процента ниже, чем исторический рекорд продукции в 1998–1999 гг.

В 2008 г. 19,9 процента общей продукции европейского моллюсководства составила продукция устрицеводства, в которой главным образом преобладают устрицы, произведённые во Франции (86 процентов). Значительное, хотя и существенно меньшее производство существует в Ирландии, Испании и Великобритании. Оно основано на интродуцированной гигантской устрице (*Crassostrea gigas*), заменившей португальскую устрицу (*Crassostrea angulata*), исчезнувшую в конце 1960-х гг. вследствие вирусной пандемии. Производство съедобной устрицы (*Ostrea edulis*) в последние 15 лет было стабильным, но оставалось значительно ниже исторических рекордов, выращиваемых до вспышек заболеваний, вызванных паразитами *Bonamia* и *Martellia*. Средняя общая продукция устриц в 2003–2007 гг. подтверждает снижающуюся тенденцию по сравнению с периодами 1998–2002 гг. (-6,3 процента) и 1993–1997 гг. (-15,8 процента). В последние 10 лет наблюдается рост смертности устриц в летний период (см. Главу 5). Дополнительно к сбору спата в естественных условиях, растёт использование спата, произведённого в питомниках.

Продукция петушков и сердцевидок составила 10,9 процентов общей продукции морского моллюсководства в 2008 г. Марикультура петушков опирается главным образом не на местного бороздчатого петушка (*Ruditapes decussatus*), а на интродуцированного японского петушка (*Ruditapes phillipinarum*). Его продукция, постоянно растущая в течение 20 лет, в настоящее время держится на постоянном уровне, несмотря на резкие спады в отдельные годы последнего периода.

В аквакультуре гребешков, основанной главным образом на виде *Pecten maximus*, в 1980-е годы открылись интересные перспективы благодаря успехам, достигнутым в надёжном производстве спата в питомниках (Франция, Ирландия). Однако за последние десять лет это направление не получило дальнейшего развития. Данные о местном производстве морского ушка (*Haliotis tuberculata*), воспроизводство которого во Франции началось в 1970-е годы, остаются конфиденциальными.

Раководство является очень ограниченным и включает в себя небольшое кустарное производство «евроамериканских» видов: широкопалого речного рака (*Astacus astacus*) и сигнального рака (*Pacifastacus leniusculus*). В морской воде сезонное производство японской тигровой креветки (*Litopenaeus japonicus*), воспроизводимой в питомниках с 1980-х годов, даёт общую продукцию около 100 тонн в год в Испании, Франции, Италии и Греции.

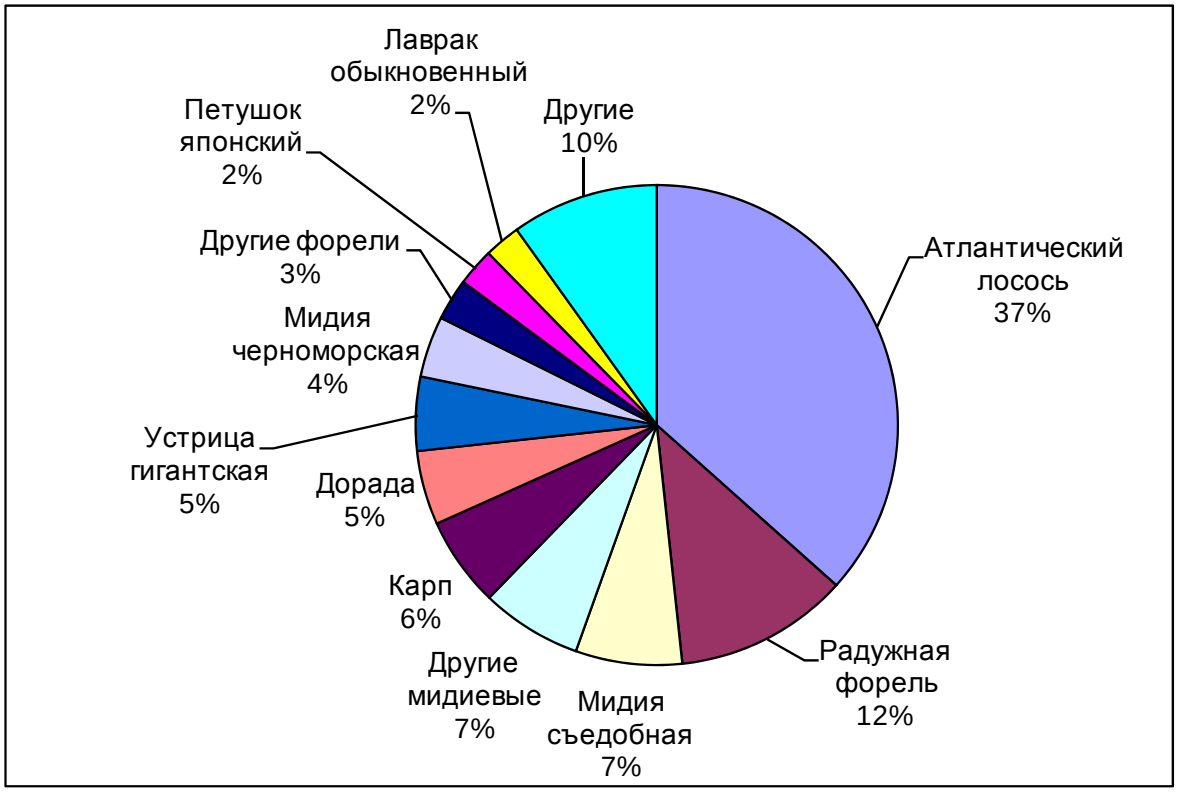


Рисунок 11. Относительная доля объёмов продукции важнейших объектов выращивания в аквакультурном производстве Европы в 2008 году (*Источник*: FAO, 2010)

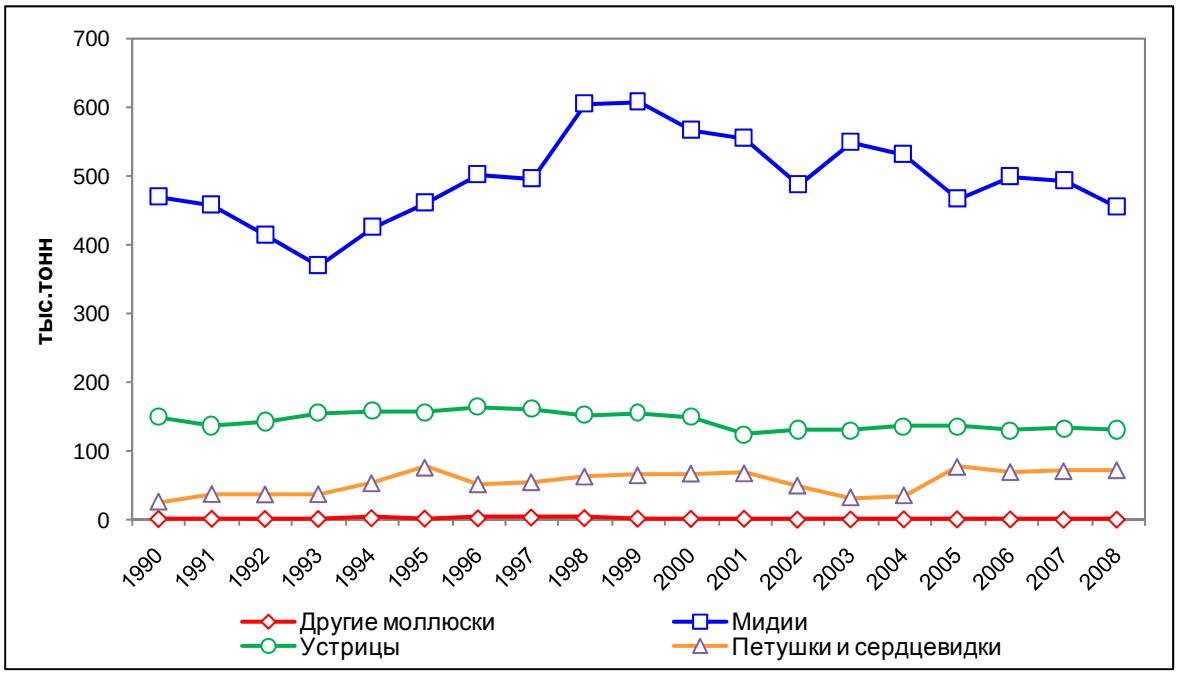


Рисунок 12. Развитие продукции европейского моллюсководства в 1990–2008 гг. (*Источник*: FAO, 2010)

По ценности в 2008 году наиболее значимым было выращивание атлантического лосося (40,8 процента общей ценности), за которым следовали радужная форель (11,6 процента), дорада (7,1 процента), лаврак (5,0 процентов) и карп (4,5 процента) (Рисунок 13). Средняя удельная стоимость выращиваемых гидробионтов в 2008 году составляла около 3,73 доллара США за кг. Удельная стоимость осетровых, судака, ракообразных и морских видов рыб была выше средней.

Видами с удельной стоимостью ниже средней, т.е. 3.73 US$/кг, были различные карповые, в том числе, китайские растительноядные рыбы, а также тресковые, устрицы и мидии.

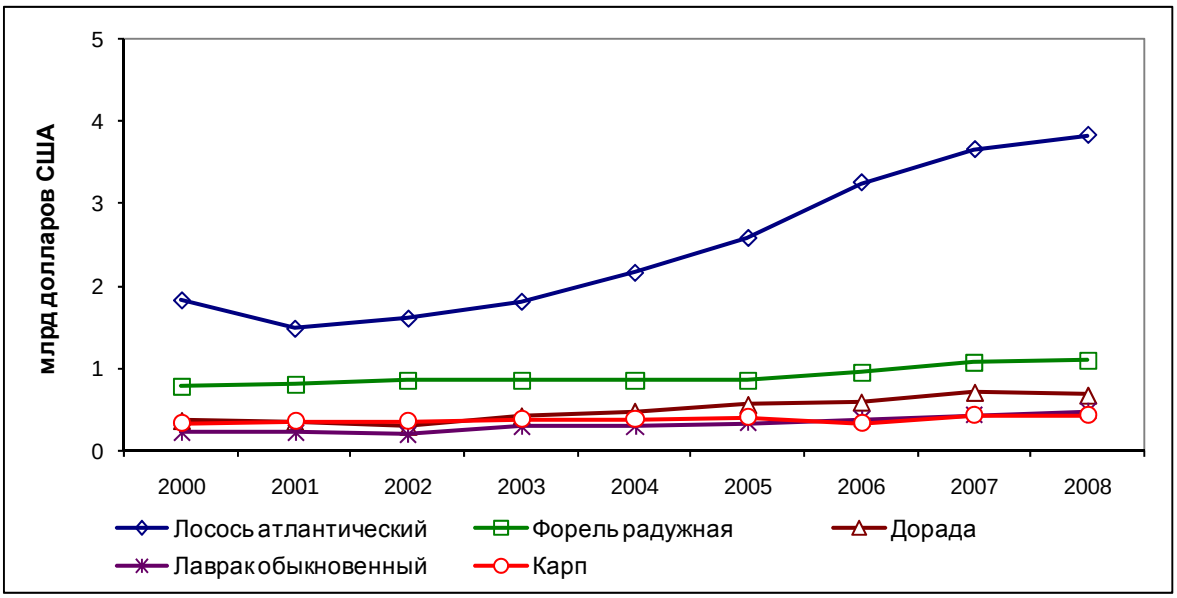


Рисунок 13. Тенденции изменения ценности продукции (млрд долларов США) основных объектов аквакультуры в Европе, 2000–2008 гг. (*Источник*: FAO, 2010)

Наиболее значительный рост аквакультурной продукции наблюдался у видов рыб с более высокой удельной стоимостью, среди которых главным образом преобладают лаврак, дорада и атлантический лосось. Производство моллюсков, преимущественно мидий и устриц, в последние десять лет оставалось более или менее неизменным. В 2008 году важнейшими производителями карпа были Российская Федерация, Чехия, Польша, Украина, Германия, Венгрия, Израиль, Сербия и Франция, которые произвели, в общей сложности, около 90 процентов европейской продукции карпа. Главными европейскими производителями форели в 2008 году были Норвегия, Италия, Франция, Дания, Германия, Испания, Польша и Великобритания, доля которых в общем объёме продукции ЕС составила 84 процента.

Важнейшими производителями мидий являются Испания, Франция, Италия, Нидерланды и Великобритания, имеющие 82-процентную долю в общем объёме европейской продукции (Вставка 1).

Большая часть производства атлантического лосося концентрируется в Норвегии (в 2008 году 80,6 процента), за которой следуют Великобритания (почти 14 процентов) и Фарерские острова (4,2 процента). Оставшаяся часть производится в Ирландии (1,1 процента), с минимальными объёмами продукции во Франции (0,12 процента) и Исландии (0,03 процента).

В производстве дорады и лаврака ведущее место занимает Греция (46,6 процента), за которой следуют Испания и Турция, обе с 17 процентами. Остальными странами, имеющими значимое производство, являются Италия, Франция, Хорватия, Португалия и Кипр.

Если взглянуть на тенденции в производстве отдельных видов, выясняется, что единственными объектами с постоянным ростом как объёмов, так и ценности продукции являются лосось, лаврак и дорада, хотя у последних двух видов производимые объёмы и темпы их роста являются значительно более низкими.

Из-за колебаний валютного курса рост ценности продукции, выраженный в евро, ниже чем рост, выраженный в долларах США. За последние десять лет курс доллара к евро уменьшился с 1:1 приблизительно до 1:1,5. Вследствие этого, ценность большинства видов, выраженная в евро,

осталась более или менее неизменной, за исключением атлантического лосося, ценность продукции которого повысилась.

Перемещения, включая интродукции и перевозки, охватывают широкий спектр новых объектов, от видов со средней ценностью до высокоценных, и от видов, аборигенных для вод средней полосы Европы, до новых (экзотических) видов. Наиболее важными являются следующие (FRAMIAN, 2009a):

Аборигенные:

- Низкая цена: карп
- Средняя цена: треска
- Высокая цена: тюрбо, морской язык, палтус, сериола, морское ушко, судак, тунец

Неаборигенные (экзотические):

- Низкая цена: белый толстолобик, белый амур
- Средняя цена: тиляпия
- Высокая цена: креветки

Из новых объектов аквакультуры важнейшими аборигенными видами, цикл производства которых удовлетворительно контролируется, являются треска, морской язык и палтус. Существует значительный интерес к производству сериолы (*Seriola* sp.), благодаря высокому мировому спросу на этот род рыб и его быстрым темпам роста. Данная рыба хорошо адаптирована к тёплым водам Средиземного моря, но её высокая рыночная ценность также делает её пригодной для производства в установках замкнутого водоснабжения. Исследования репродуктивного цикла южного синего тунца (*Thunnus maccoyii*) достигли уровня, позволяющего проводить его полноцикловое выращивание в аквакультуре. Имеется прогресс также в воспроизводстве тунца обыкновенного, ввиду схожести этих двух видов. Выращивание судака (*Sander lucioperca*) в УЗВ (в Дании) достигло уровня, позволяющего его производство в малых масштабах. Судак является пресноводной рыбой, обитающей главным образом в озёрах Северной Европы, Российской Федерации и прибалтийских стран. Проблемой данного вида является то, что он представляет собой ценный продукт, и если предложение будет расти слишком быстро по сравнению с увеличением рыночного спроса, его цена может упасть.

3.1.2 Основные производственные системы и технологии

Производственные системы и технологии в Европе отличаются большим разнообразием. Соответственно, системы производства и производимые виды могут быть классифицированы на основании различных аспектов. Например, на основе производимых объектов возможно классифицировать их следующим образом (European Commission, 2009a):

d) *Моллюсководство* (устрицы, мидии, сердцевидки и другие виды двустворчатых и прочих моллюсков).

e) *Пресноводная аквакультура* в озёрах, прудах или бассейнах:
   - интенсивное производство, требующее высокого качества воды (форель);
   - экстенсивная и полуинтенсивная аквакультура (карп и родственные виды);
   - интенсивная аквакультура в замкнутых системах (угри и другие виды).

f) *Морское рыбоводство* (выращивание атлантического лосося, дорады, лаврака, тунца и других морских рыб)

Платформа по устойчивой аквакультуре в Европе «CONSENSUS» разделила европейскую аквакультуру на следующие 5 сегментов на основании комбинации технологических движущих сил и определяющих экологических условий (European Commission, 2005b).

Полустатические водные системы: пруды, озёра и бассейны, характеризующиеся карповодством в странах Центральной и Восточной Европы. Одной из традиционных производственных систем в регионе является основанное на естественных кормах *прудовое выращивание* карповых и имеющих

высокую рыночную ценность аборигенных видов рыб, таких как европейский сом, щука, судак, угри, а также линь и прочие мелкие карповые. Для улучшения экономической устойчивости традиционного прудового рыбоводства были проведены многообещающие полузаводские опыты с новыми типами прудовых рыбоводных систем, комбинирующими экстенсивное и интенсивное производство традиционных видов и видов с высокой рыночной ценностью (Varadi, 2002).

Стоит упомянуть также выращивание других пресноводных видов в экстенсивных системах, которое зачастую играет роль в управлении ресурсами водно-болотных угодий и использовании водных ресурсов в системах прибрежных лагун (валликультура). Экстенсивная аквакультура в лагунах является традиционным видом деятельности во многих средиземноморских странах. Наибольшие площади водоёмов с солоноватой водой (так называемых «валли») имеются в Италии, они используются для выращивания в лагунах коммерчески ценных видов, таких как кефаль-лобан, сингиль, остронос, европейский угорь, обыкновенный лаврак или дорада.

Проточные системы: Проточные системы представляют собой почти исключительно наземные рыбоводные сооружения, в которых хозяйство использует речную воду, прокачиваемую насосами через производственную единицу. Другие источники воды включают в себя родниковую воду, подземные воды, добываемые из скважин с помощью насосов, охлаждающие или прибрежные воды. Вода, протёкшая через пруды или бассейны, в которых выращивается рыба, возвращается в реку или море. Часть морских и солоноватоводных хозяйств, как правило, располагается на берегу моря, где они могут пользоваться возможностью снабжения морской водой. Некоторые новые пресноводные производственные системы используют промышленные охлаждающие или геотермальные воды. Подобные системы позволяют выращивать новые пресноводные объекты (особенно угря, сома, судака, окуня и тиляпию) при малом воздействии на окружающую среду.

Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) используются во многих пресноводных и морских рыбопитомниках для наземного выращивания пресноводных видов (сома, угря), а также аквакультуры морских видов, таких как тюрбо или морской язык. С одной стороны, эти системы экономят воду и характеризуются строгим контролем качества воды, малым воздействием на окружающую среду и высоким уровнем биобезопасности. С другой стороны, они отличаются высокими капитальными затратами и текущими расходами, а также сложностями в лечении заболеваний. В настоящее время,с технической точки зрения, европейский сектор УЗВ может быть разделён на две группы: питомники и нагульные системы. Оба типа установок имеют особые бизнес-цели, которые становятся движущей силой использования технологий и стратегий оптимизации систем. Все стратегии оптимизации систем направлены на снижение выпуска питательных веществ и улучшение качества воды в бассейнах для выращивания в целях достижения более высоких уровней биомассы и усвоения кормов, а также меньшей нагрузки отходов на единицу объёма или площади системы.

Прибрежные моллюсковые системы производят *мидий* на дне, столбах или в подвешенном виде, *устриц* в подвешенном виде или в прибрежных лагунах, а также других *двустворчатых моллюсков*. Технология, используемая для производства любого вида моллюсков, определяется биологическими потребностями данного вида, ограничениями и характеристиками используемого для выращивания участка, экономическими и экологическими аспектами, а также традициями и социальными факторами. Несмотря на то что методы выращивания различных видов в значительной мере отличаются, общим в них является, что в качестве источника питания они полностью опираются на естественно встречающийся планктон.

Прибрежные и отдалённые от берега морские рыбоводные системы используются для выращивания лососёвых (лосося и форели), а также морских видов, в том числе, лаврака, дорады, трески и тунца. Инвестиции в строительство зависят от установок, используемых производителями в прибрежной аквакультуре. Садки существуют в большом количестве форм и размеров и изготавливаются из различных материалов (для квадратных садков используется сталь, для круглых – пластмасса, тогда как резина подходит для квадратных, шестиугольных и восьмиугольных садков). Не существует единой конструкции, которая подходила бы для всех мест и режимов управления

Значительный прогресс ожидается в области новых технологий производства и управления, благодаря установкам замкнутого водоснабжения, отдалённому от берега аквакультурному производству, очистке сбросных вод, а также современным системам мониторинга и контроля, способствующим интенсификации аквакультуры и диверсификации прудовых систем. Будет усиляться тенденция диверсификации прудовой аквакультуры, с двумя главными направлениями: интенсификации и очистки сбросных вод, тогда как часть экстенсивных прудовых площадей, особенно в странах ЦВЕ, будет обеспечивать услуги в сферах рекреации, защиты природы и управления водными ресурсами. Количество и размеры экологически приемлемых коммерческих аквакультурных установок замкнутого водоснабжения продолжают расти во всей Европе. Данная технология всё ещё только умеренно стандартизирована и её ключевые компоненты практически строятся по специальному заказу для каждой отдельной системы. Рост сектора будет зависеть от дальнейшего совершенствования конструкции систем, а также оптимизации затрат на строительство и текущих расходов. Садковое рыбоводство и в дальнейшем останется важной технологией производства морских видов; однако тенденция к более широкому использованию отдалённой от берегов аквакультуры может стать ещё более сильной.

Большая часть этих изменений подразумевает постепенное совершенствование существующих систем посредством улучшения их конструкции и материалов, компонентов или строения, что, однако, обычно требует значительных инвестиций. Независимо от среды выращивания и уровня производства, двумя основными руководящими принципами при разработке производственных систем аквакультуры являются эффективность использования водных ресурсов и экологическая приемлемость, которые, в будущем, могут играть ещё большую роль во всей Европе.

Формы собственности и масштабы аквакультурного производства

Большинство хозяйств региона Западной Европы находятся в частной собственности. Размер фирм колеблется от малых семейных хозяйств до транснациональных компаний. Это особенно относится к форелеводству в Германии и Австрии, устрицеводству во Франции и выращиванию прочих моллюсков в Испании, Франции, Дании, Нидерландах и Португалии. Для лососеводства в Норвегии и Шотландии и выращивания дорады и лаврака в средиземноморских странах характерно малое количество крупных индустриальных хозяйств. Мидиеводство также во всё большей мере управляется несколькими крупными компаниями. (Вставка 2**)**

Вставка 2. В европейской аквакультуре преобладают малые и средние предприятия (МСП)

За исключением лососеводства и сектора выращивания лаврака и дорады, в отрасли аквакультуры Европейского Союза по-прежнему преобладают главным образом МСП. В 2005 году общее число аквакультурных фирм в ЕС составило более чем 14 000. В моллюсководстве и пресноводной аквакультуре почти исключительно доминируют независимые МСП, вероятно, вследствие того что эти фирмы могли быть созданы относительно давно. Оборот 62 процентов фирм не превышает 1 млн евро. Большинство крупнейших фирм являются греческими и специализируются на дораде и лавраке. Ряд других компаний располагается в Великобритании и производит лосося. Немало крупных компаний являются испанскими и специализируются главным образом на тюрбо. В списке крупных компаний ЕС также имеется один итальянский производитель осетровых и пищевой чёрной икры. Наконец, следует отметить, что Норвегия имеет в 3 раза больше фирм с оборотом более 20 млн евро, чем весь Евросоюз. Крупнейший производитель ЕС в четыре раза меньше крупнейшего норвежского производителя. Итак, аквакультурные фирмы ЕС малы не только с точки зрения количества рабочих, но и с точки зрения оборота. Тем не менее, помимо тысяч МСП, существует малое, но существенное количество более крупных фирм. Почти все они производят лосося или лаврака/дораду. Эти три продукта являются наиболее глобализированными.

Источник: European Commission, 2009a

В Центральной и Восточной Европе также существует широкий спектр различных форм собственности, от малых семейных хозяйств до крупных акционерных обществ или государственных предприятий. Тем не менее в большинстве стран преобладают малые хозяйства. Медленные темпы

текущей приватизации компаний, прежде находившихся в государственной собственности, в некоторых странах (например, Румынии) считаются серьёзным препятствием инвестициям в аквакультуру (Кристя, личное сообщение, 2010). Со времени последнего регионального обзора развития аквакультуры в ЦВЕ ситуация значительно не изменилась (FAO/NACEE, 2007). В целом, в европейской аквакультуре по-прежнему преобладают МСП.

3.1.3 Тенденции интенсификации и диверсификации

Развитие европейского аквакультурного производства во всех подсекторах аквакультуры, вероятно, будет следовать парадигме развития других сельскохозяйственных секторов производства продуктов питания (интенсификация производства, более широкое использование современных технологий и передового оборудования, более высокий уровень переработки, более широкое применение систем контроля качества, большее внимание высококачественной продукции, автоматизация и т.д.) (FAO-HAKI, 1999).

В европейской аквакультуре существует общая тенденция интенсификации систем и видовой диверсификации. В Восточной и Западной Европе интенсификация шла различным путём. В западных странах преобладают интенсивная садковая аквакультура и установки замкнутого водоснабжения, тогда как в странах Центральной Европы, где типичной является прудовая аквакультура, распространяются различные комбинированные экстенсивно-интенсивные системы, например, комбинированные экстенсивно-интенсивные прудовые рыбоводные системы или системы «пруд в пруду». В восточных странах, таких как Украина и Российская Федерация, существует тенденция к интенсификации производства в прудовых системах и их использованию для выращивания нетрадиционных объектов, например, осетровых (Вставка 3).

Технологические инновации могут привести к дальнейшей интенсификации рыбоводства. Вводятся более высокие плотности посадки и технологии, повышающие продуктивность (например, биотехнологии и генная инженерия). Существует согласие в том, что наиболее многообещающими являются наземные аквакультурные системы, использующие замкнутое водоснабжение, особенно, когда ограничивающим фактором является пространство, как в пресноводных условиях, так и в прибрежных местностях. Рециркуляция воды и технологии её очистки также рассматриваются как отличный способ решения проблемы воздействия аквакультуры на окружающую среду и обеспечивают оптимальный контроль экологических параметров, наиболее пригодных для рыб (European Commission, 2009a).

3.2 Ключевые проблемы и истории успеха

Экономическая структура европейского сектора аквакультуры характеризуется сегментированностью с точки зрения как технологий нагула, так и выращиваемых объектов. Видовой состав определяет рыночный потенциал (объём спроса и уровень цен), тогда как технологии определяют эффективность производства (продуктивность и затраты). Нынешняя структура сектора является результатом исторического развития и физических условий в различных регионах Европы.

Вставка 3. Состояние и перспективы развития осетроводства в Центральной и Восточной Европе

В последние годы в Российской Федерации, являющейся важнейшей страной-производителем осетровых в регионе, объём выпуска молоди осетровых рыб, произведённой индустриальными методами на осетровых рыбоводных заводах, снизился на 35 процентов и сегодня не превышает 50 млн шт. Современные масштабы выпуска недостаточны для компенсации уменьшения естественного размножения и не обеспечивают необходимого уровня пополнения численности осетровых. Существует угроза потери генетического разнообразия осетровых Каспийского моря, поскольку получаемая молодь не обладает достаточной жизнестойкостью и её промысловый возврат по отдельным видам колеблется от 0,5 до 1,2 процента. Подобное снижение объёмов выпуска молоди отмечалось также в других странах ЦВЕ.

Товарное осетроводство может снять пресс с естественных популяций, одновременно обеспечивая легальные источники осетровой продукции, поэтому в последние 10–15 лет оно активно развивается во многих странах мира. К настоящему времени в Западной Европе ежегодно производится около 1 200 тонн рыбы осетровых видов (FAO, 2009a) и 40 тонн пищевой чёрной икры, главным образом во Франции, Италии и Германии (Васильева, 2010). В Центральной и Восточной Европе насчитывается около 20 крупных осетровых рыбоводных хозяйств и многочисленные небольшие фермерские хозяйства, однако в будущем ожидается увеличение их количества. В Украине недавно были запущены два крупных осетровых комплекса в Бердянске и Одессе (Алымов, личное сообщение, 2010). В 2007 году объём продукции товарного осетроводства составил 2 600 тонн, из которых 2 000 тонн были произведены в Российской Федерации (FAO, 2009a). Производство пищевой чёрной осетровой икры в странах Центральной и Восточной Европы составило около 20 тонн в 2009 году, из чего наибольшие объёмы приходятся на Российскую Федерацию (12 тонн), Болгарию (3 тонны) и Румынию (500 кг). (Васильева, 2010).

В странах ЦВЕ придаётся большое значение вопросу формирования ремонтно-маточных стад в контролируемых условиях, как с целью сохранения генофонда аборигенных видов (белуги, стерляди, русского осетра, севрюги и шипа), так и с коммерческой целью (русский и сибирский осетры, белуга, стерлядь, гибридные формы и веслонос).

Научные исследования в основном направлены на технологические разработки, такие как технологии воспроизводства стерляди и выращивания сеголеток в условиях прудовых хозяйств в Беларуси, садкового выращивания в Российской Федерации, выращивания посадочного материала для воспроизводства и товарного выращивания в Молдове, выращивания осетровых в экстенсивных и интенсивных системах в Румынии и культивирования веслоноса и осетровых рыб в условиях бассейновых и садковых хозяйств индустриального типа в Украине. Научно-исследовательские институты региона имеют многообещающие разработки по рециркуляционным системам водоснабжения, формированию ремонтно-маточных стад, доместикации, раннему определению пола, сокращению межнерестового периода у производителей, улучшению жизнестойкости молоди и профилактике заболеваний, однако их дальнейшее развитие зачастую затрудняется недостатком финансирования и политической воли.

Основными препятствиями на пути развития аквакультуры осетровых в Центральной и Восточной Европе являются следующие:

7. Ограниченность инвестиций в развитие осетровой аквакультуры;
8. Отсутствие государственной поддержки (долгосрочных льготных кредитов, налогового послабления, дотаций на рыбопосадочный материал и корма);
9. Недостаточность жизнестойкого рыбопосадочного материала по доступной цене;
10. Высокая стоимость полноценных, сбалансированных и специализированных осетровых комбикормов;
11. Ограниченность высокоэффективных технологий, нормативно-технологической и методической документации;
12. Недостаточность высококвалифицированных специалистов в области осетроводства.

Источник: Васильева, 2010

В то время как мировая продукция аквакультуры постепенно растёт с 1970 года, в Центральной и Восточной Европе ситуация сложилась иначе. Из-за политических и экономических изменений, произошедших в регионе, здесь наблюдаются колеблющиеся тенденции в объёмах продукции аквакультуры. Между 1990 и 2000 годами общая продукция аквакультуры стран ЦВЕ уменьшилась более чем в два раза (Váradi *et al*., 2001a; Váradi *et al*., 2001b). Этот драматический спад производства между 1990 и 2000 гг. был результатом крушения социалистической плановой экономики региона. За это время общая продукция аквакультуры региона уменьшилась на 53 процента, если учитывать данные по Российской Федерации, и на 67 процентов, если не принимать их во внимание. Со времени стабилизации экономики стран региона наблюдается постепенный рост производства. Среднегодовой темп роста объёмов продукции аквакультуры в странах ЦВЕ составил 3,33 процента между 2000 и 2007 годами и в последующие годы ожидается её дальнейшее постоянное увеличение. Двадцать важнейших объектов аквакультуры, выращиваемых в странах ЦВЕ между 1990 и 2007 годами, характеризуются большим разнообразием. В свете этого, увеличение видового разнообразия выращиваемых объектов предстаёт важной закономерностью развития аквакультурного производства в данный период времени. В то же время доля традиционных видов (таких как карп, белый толстолобик, белый амур и др.) в общей продукции уменьшилась.

В западных странах преобладал быстрый рост морского рыбоводства, результатом которого является, в частности, производство около 900 000 тонн атлантического лосося, главным образом в Норвегии и Великобритании, и 180 000 тонн лаврака и дорады на юге Европы, а именно, в Греции, Италии, Испании и Франции. Две большие видовые группы, лососёвые и моллюски, по-прежнему доминируют в развитии аквакультуры региона. Несмотря на то что гигантская устрица и японский петушок являются неаборигенными видами, их выращивание широко распространено в регионе, так же как и радужной форели.

Тем не менее существует мнение, что возможность для дальнейшей диверсификации и, соответственно, для развития европейской аквакультуры, будет обеспечена новыми объектами аквакультуры. Всё большее число компаний расширяет производство за счёт таких видов как треска, морской язык и палтус. Улучшение снабжения молодью трески облегчило расширение продукции. Несмотря на это, ряд специальных технических вопросов снабжения посадочным материалом остаётся нерешённым и ни один из упомянутых видов ещё не достиг существенной роли в структуре европейской аквакультурной продукции. Хотя производство атлантической трески постоянно растёт с 2000 года, выход её продукции остаётся относительно низким. Нишевые рынки экзотических видов продолжают обеспечивать стабильный рынок некоторым производителям, однако, при существующих рыночных усилиях, уже показывают признаки насыщения, например, в случае тиляпий.

В то же время, в ряде полученных замечаний (European Commission, 2009a) прослеживается сильная тенденция, выраженная в мнениях, подчёркивающих необходимость улучшения возможностей для производства «имеющихся» видов. Делая упор на успешном выращивании атлантического лосося, радужной форели, африканского сома, лаврака, дорады, гигантской устрицы и мидий в Европе, ряд производителей (как правило, из сектора моллюсководства, но также из рыбоводства) считает, что, за исключением трески и нескольких «новых видов на нишевых рынках», основной путь вперёд заключается в производстве большего количества, то есть дополнительных объёмов тех же, уже освоенных объектов, однако при большей эффективности производства и переработки (European Commission, 2009a).

3.3 Дорога в будущее

В течение последних десятилетий аквакультура считалась одной из наиболее быстрорастущих продовольственных отраслей мира, основанных на животноводстве. В европейском секторе аквакультуры темпы развития отличаются от остальной части мира. Предвидится тенденция замедления роста продукции более традиционных объектов выращивания. Стагнация вызвана главным образом сложным процессом выдачи лицензий и экологическими ограничивающими факторами, а также недостатком подходящих мест для производства. Одновременно со стабилизацией производства традиционных объектов аквакультуры, новые усилия по развитию

направлены на решение экологических проблем, интродукцию новых видов, а также внедрение новых технологий и бизнес-стратегий.

В ближайшем будущем технологические инновации в производственных системах могут обеспечить для сектора аквакультуры средства и рабочую силу для максимизации добавленной стоимости на единицу использованной площади и/или объёма воды. При этом практика работы и пути развития сектора должны выбираться таким образом, чтобы убедить политиков и широкую общественность в безопасности и надлежащем управлении аквакультурной деятельности.

Помимо лосося и форели, важнейшим пресноводным видом в Европе является карп, однако возможности роста традиционной карповой аквакультуры ограничены. Тиляпия и сом обеспечивают лучшее филе и более короткие циклы производства, кроме того, в настоящее время, себестоимость их производства является более низкой. Тем не менее замена традиционных морских рыб на данные виды в таких продуктах как рыбные палочки представляется затруднительной вследствие различий во вкусе и текстуре их мяса. Лаврак и дорада также с трудом заменяют другие переработанные продукты, кроме того, их себестоимость препятствует расширению рынка. Треска является более «гибким» продуктом и, в долгосрочной перспективе, есть шансы снизить её себестоимость до уровня лосося (Bostock et al., 2008b). В целом, существуют хорошие перспективы для постоянного расширения европейской аквакультуры, опираясь на дальнейшую диверсификацию видового состава и продукции.

Уже разработанные или разрабатываемые аквакультурные системы обеспечивают относительно неплохую основу для производства новых видов с хорошим рыночным потенциалом. Этот процесс, позволяя узнать и адаптировать к специальным потребностям новых объектов многие первичные технологические параметры, может привести к диверсификации продукции. Например, такие системы как УЗВ разрабатываются уже в течение ряда лет, и эти многообещающие разработки могут подготовить почву для дальнейшего расширения производства в других местностях, при условии их экономической эффективности. Более того, ввиду текущего активного освоения побережья, включающего различные виды морской деятельности, ожидается рост конкуренции за использование пространства в прибрежных зонах, что должно происходить при уважении потребностей местного населения и необходимости охраны и защиты морской среды. Аналогичным образом, пресноводные экосистемы, в том числе реки, озёра, водно-болотные угодья и т.д., также будут испытывать постоянную нагрузку, тогда как аквакультура может обеспечить возможность для комбинации экономического развития и экологического менеджмента подобных экосистем и содействия обоим направлениям. Перемещение аквакультуры дальше от берегов также рассматривается как возможный способ избежания конфликтов из-за пространства в прибрежных зонах и снижения воздействий на окружающую среду, однако перспективы данной технологии смогут быть реализованы только через дальнейшие научные исследования, технологические усовершенствования и принятие во внимание экономических аспектов. Как интенсивные, так и прудовые полуинтенсивные системы аквакультурного производства могут, в целом, содействовать лучшему использованию природных ресурсов, что сделает их экологически более чистыми и социально более приемлемыми.

4. РЕСУРСЫ, УСЛУГИ И ТЕХНОЛОГИИ

4.1 Состояние и тенденции

4.1.1 Земля и вода

Растущая конкуренция за пространство представляет собой наибольший вызов для дальнейшего развития пресноводного рыбоводства и освоения участков для аквакультурного производства в прибрежных зонах. Конфликт интересов и конкуренция со стороны других пользователей особенно заметны на Средиземном море, где оживлённые судоходные пути и портовая деятельность создают особую потребность в физической изоляции различных видов деятельности, а нагрузка туризма высока и продолжает расти. Население прибрежных зон также продолжает увеличиваться значительно быстрее, чем во внутренних областях. Этот рост является наибольшим в Португалии, Ирландии и Испании, за которыми следуют Франция и Италия (Bostock *et al*., 2008a). Общественное признание развития аквакультуры в том или ином районе зачастую обратно пропорционально плотности населения и, особенно, туристической привлекательности данной местности. Экстенсивная аквакультура во внутренних прудах и водно-болотных угодьях или прибрежных лагунах также сталкивается с растущей конкуренцией со стороны других направлений экономического развития (урбанизации, сельского хозяйства, промышленности, туризма и т.д.). Конкуренция за пространство мешает развитию или даже поддержанию уровня всех форм аквакультуры. Неуверенность при выборе возможного участка, а также отсутствие руководств и достоверных данных для выбора возможного места для той или иной экономической деятельности и определения вероятности её непрерывного осуществления в течение предсказуемого срока времени (из-за необходимости обновления лицензий) приводит к неуверенности инвесторов, повышает риск конфликтов и означает упущенные возможности извлечения пользы из синергических эффектов аквакультурной деятельности и охраны водной среды (European Commission, 2009a).

Большинство рыбоводных прудов Восточной Европы (в том числе Российской Федерации) были сооружены в районах, непригодных для эффективного сельскохозяйственного производства вследствие низкого качества почвы на данных участках (FAO/NACEE, 2007). В этих местах в результате рыбоводной деятельности были созданы и поддерживаются ценные водно-болотные угодья. В настоящее время предпринимаются попытки отнять данные угодья от рыбоводов и использовать их в качестве местообитаний для диких животных, особенно птиц, утверждая, что аквакультура представляет существенный риск для птиц и их мест обитания (BirdLife International, 2009). Взаимоотношения рыб и птиц, а особенно, воздействие бакланов на рыбоводство, а также рыболовство, являются критическим вопросом в европейской аквакультуре. В последние годы были осуществлены два крупных проекта (Снижение конфликтов между бакланами и рыбным хозяйством во всеевропейском масштабе – REDCAFE (REDCAFE, 2002)[11] и Междисциплинарная инициатива по снижению всеевропейского конфликта между бакланами и рыбным хозяйством – INTERCAFE[12]), а также отдельные исследования (EIFAC, 2008b), направленные на синтез информации по бакланам/рыбному хозяйству, а также идентификацию и оценку методов для снижения имеющегося всеевропейского конфликта между защитниками природы и интересами рыбного хозяйства. На основе результатов и рекомендаций экспертов, а также в результате совместных усилий рыбоводов, рыболовов-любителей и других групп по защите интересов, Европейскому парламенту был представлен доклад (Kindermann, 2008) «о принятии Европейского плана управления бакланами для минимизации растущего воздействия бакланов на рыбные запасы, рыболовство и аквакультуру». Несмотря на то что в декабре 2008 года Европейский парламент подавляющим большинством голосов принял резолюцию о Всеевропейском плане управления бакланами[13], вопрос о бакланах по-прежнему вызывает иногда ожесточённые споры на различных европейских форумах.

[11] http://web.tiscali.it/cormorants/Redcafe/Redcafe_vol1_part1.pdf
[12] www.intercafeproject.net/
[13] www.europarl.europa.eu/oeil/resume.jsp?id=5666102&eventId=1059644&backToCaller=NO&language=en

Несмотря на конфликтные взаимоотношения между аквакультурой и окружающей средой, ряд примеров ясно показывает, что аквакультура и экологические услуги могут и не быть взаимоисключающими. Рыбоводы внутренних водоёмов и моллюсководы прибрежных зон могут быть хорошими хозяевами вод и, помимо экологически чистого производства продовольственной продукции, они могут обеспечивать услуги и для живой природы. Существуют примеры рыбных хозяйств комплексного использования, в которых рыбоводы разнообразят и расширяют свою деятельность, включая в неё туризм/экотуризм, рекреацию, в том числе, услуги для рыболовов-любителей, а также комбинацию органического производства, управления водно-болотными угодьями и их сохранения (Вставка 4).

Вставка 4. Рыбное хозяйство комплексного использования «Араньпонть» в Венгрии

Рыбное хозяйство «Араньпонть» было создано в 1989 году, когда прежде находившаяся в государственной собственности прудовая рыбоводная система была приобретена частным предпринимателем с помощью специальной схемы кредитования, введённой правительством для облегчения приватизации. За прошедшее с 1989 года время хозяйство превратилось в крупнейшее частное рыбное хозяйство Венгрии, имеющее около 1000 га рыбоводных прудов на территории природного парка «Ретсилашские пруды».

Поскольку хозяйство располагается в пределах рамсарского угодья, возникла необходимость согласования рыбоводной деятельности с защитой природы, уделяя особое внимание различным видам охраняемых птиц. Высокая численность птиц может обеспечить хозяйству преимущества через экотуризм; с другой стороны, многочисленная популяция бакланов оказывает резко отрицательное влияние на рыбоводство.

Услуги для рыболовов-любителей являются другим важным источником дохода для хозяйства, принимающего ежегодно около 12 000 рыболовов. Посетители также могут воспользоваться гостиницей, рестораном, винным погребом, СПА, и детской площадкой. На хозяйстве имеется музей рыболовства, а также условия для проведения конференций и программ обучения. На Рыбном хозяйстве «Араньпонть» ежегодно отмечается День Святого Петра, являющийся одним из важнейших рыбацких фестивалей в Венгрии.

В 1989 году весь доход хозяйства происходил из рыбоводства. Однако, благодаря диверсификации деятельности хозяйства за последние десять лет, сегодня услуги для рыболовов и туристов обеспечивают около 30 процентов общего дохода хозяйства, который является более высоким, чем раньше, когда основной доход происходил из реализации рыбы. Диверсификация хозяйственной деятельности также обеспечивает хозяйству большую экологическую стабильность.

Источник: Ф. Леваи, личное сообщение, 2009

Пресная вода является ограниченным и уязвимым ресурсом в Европе и между её различными пользователями существует жёсткая конкуренция за этот драгоценный ресурс. Согласно Европейскому агентству по окружающей среде (EEA), почти половина населения ЕС живёт в странах, испытывающих водный стресс, как показывает их индекс эксплуатации водных ресурсов (ИЭВР) – выраженный как процентное отношение общего годового объёма забора воды к доступным среднемноголетним ресурсам пресных вод – в 1990 году и в последнем году, по которому имеются данные (EEA, 2009). С выполнением предписаний Рамочной директивы ЕС по воде (РДВ) законодательство станет более строгим, что либо ещё больше ограничит размер хозяйств, либо заставит рыбоводов ввести более эффективные процедуры или технологии удаления отходов.

4.1.2 Генетические ресурсы и снабжение посадочным материалом

В последнем десятилетии новые результаты селекции, манипуляции жизненных циклов и генома оказали дальнейшее содействие улучшению эффективности и качества производства посадочного материала в Европе, особенно в морском рыбоводстве. Консолидация сектора лососеводства означает, что начинают появляться специализированные племенные компании, как это произошло и в

глобальных секторах птицеводства и свиноводства. Генетические работы по карпу остаются важной областью научных исследований в европейских странах-производителях карпа. Научные результаты и новые породы содействуют не только лучшему снабжению европейских производителей посадочным материалом, но также и племенным программам по карпу в Азии (Jeney and Zhu, 2009).

Особый прогресс был сделан в области манипуляций жизненного цикла, главным образом путём изменения фотопериода у форели и лосося, что означает, что рыб можно подготовить к нересту почти в любое время года, а смолт может выпускаться в море несколько раз за сезон при различных размерах. Таким образом, манипуляции жизненного цикла позволили лососеводству превратиться из сильно привязанного к определённым сезонам сектора в отрасль, способную поставлять на рынок высококачественную рыбу в постоянном количестве на протяжении всего года. Опыт с генетически модифицированными (ГМ) растениями показал, что технология генных манипуляций плохо принимается европейскими потребителями, для которых сомнения относительно долгосрочного риска для здоровья и, особенно, воздействия на окружающую среду, продолжают играть первичную роль (Bostock *et al.*, 2008b).

Высококачественный посадочный материал лаврака, дорады и лосося для европейских морских садковых хозяйств поставляется из современных рыбопитомников. На рисунке 14 показана продукция молоди в средиземноморском регионе между 2003 и 2008 годами (FEAP, 2008).

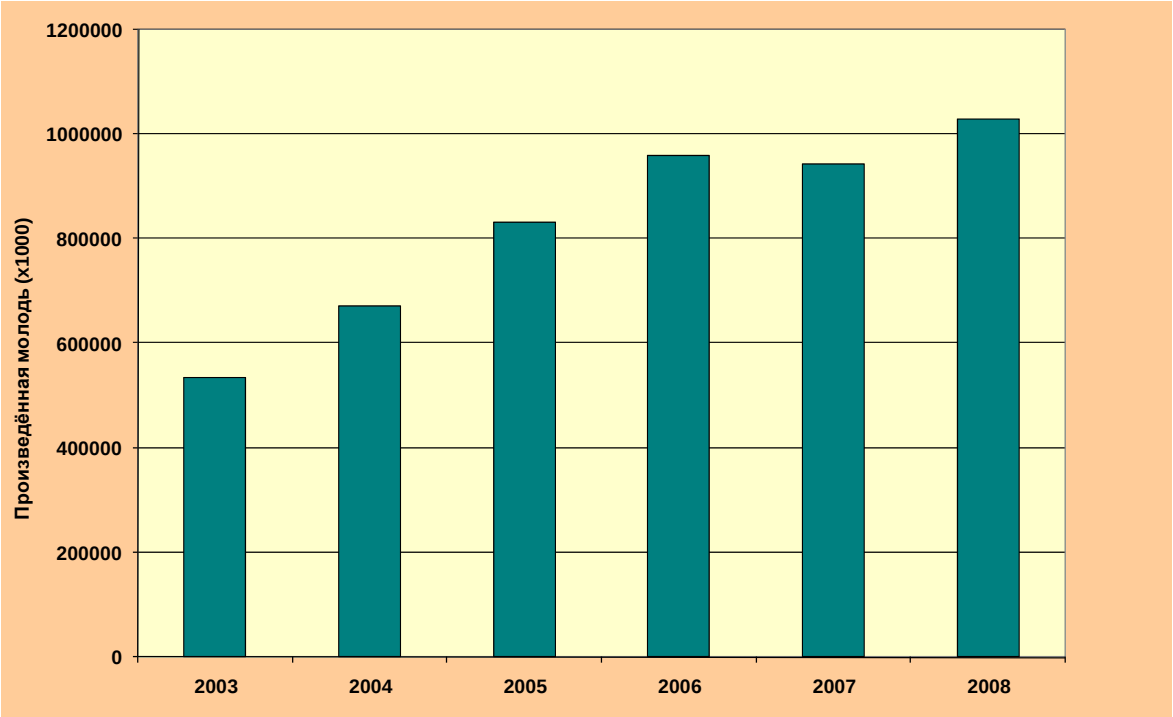


Рисунок 14. Производство молоди в средиземноморских ассоциациях-членах Федерации европейских производителей в секторе аквакультуры (*Источник*: FEAP, 2008) (Виды: лаврак; дорада; тюрбо; пагр золотистый; зубарик; морской язык; горбыль серебристый. Страны: Греция, Испания, Италия, Кипр, Португалия, Турция, Франция, Хорватия.)

Форелеводство в Европе также зависит от снабжения качественным посадочным материалом из хорошо спроектированных и хорошо оборудованных питомников, даже в восточной части Европы, где за последнее десятилетие технический уровень форелевых питомников значительно вырос, особенно в новых государствах-членах ЕС из Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ). С другой стороны, снабжение посадочным материалом карпа и других традиционных объектов прудового выращивания в странах ЦВЕ всё ещё опирается главным образом на использование старых инкубационных цехов. Вывод прежнего регионального обзора развития аквакультуры в Центральной и Восточной Европе (FAO/NACEE, 2007) о потребности в модернизации существующих рыбоводных

заводов и постройке новых для эффективного и надёжного воспроизводства различных видов, включая нетрадиционные, по-прежнему остаётся в силе. При определении приоритетов для использования поддержки, получаемой из Европейского рыбохозяйственного фонда (EFF) в период 2007–2013 гг., реконструкция и строительство рыбопитомников получили приоритет во многих новых государствах-членах ЕС.

Несмотря на это, снабжение молодью остаётся важнейшим препятствием для выращивания новых объектов. В случае некоторых видов (например, тунца) ещё не существует коммерчески жизнеспособного производства молоди, их выращивание опирается на сбор молоди в естественных условиях. Имеется прогресс в области НИОКР по стимуляции нереста обыкновенного тунца, например, в Италии и Испании (с использованием репродуктивных гормонов), а также в Хорватии (Aquaculture Europe, 2009; Вставка 5). В случае некоторых видов, где производство молоди возможно, всё ещё остаётся ряд проблем, требующих решения для улучшения общей жизнеспособности производства. Это является более очевидным у морских видов, таких как треска, палтус и тюрбо. В 2003 году начались первые программы разведения атлантической трески, в результате которых к 2005 году только в Норвегии уже имелось около 200 жизнеспособных семей рыб. Тем не менее по-прежнему требуется много работы по вопросам питания и выживаемости личинок, а также для предотвращения раннего созревания и заболеваний (Bostock *et al.*, 2008b).

Вставка 5. История успеха: миллионы штук икры тунца

Два научно-исследовательских проекта, финансируемых 7-й рамочной программой ЕС (SELFDOTT и ALLOTUNA), одновременно произвели миллионы штук икры обыкновенного тунца (*Thunnus thynnus*) после искусственного индуцирования созревания рыб в морских садковых установках в Средиземном море. В первом случае в начале проекта в Испании ежедневно получали 140 млн штук икры, которая затем инкубировалась одним производителем, являющимся партнёром в проекте, при суточных максимумах до 34 млн штук икры, чего в предыдущих проектах никогда не удавалось достичь. Во втором проекте обыкновенный тунец, выращенный в искусственных условиях, также содержался в морских садках в Италии (в регионе Апулия) и также дал за несколько дней общее количество икры до 46 млн штук. Аналогичным образом, в Хорватии сотрудничество между учёными и рыбоводами, производящими тунца, также привело к успешному получению икры из нереста в садках вблизи берегов Далматии.

Успешный нерест тунца в Средиземном море с использованием передовых методов управления ремонтно-маточными стадами и индукции нереста является значительным успехом и важным шагом к доместикации обыкновенного тунца в регионе, что, соответственно, может помочь в защите уменьшающихся запасов тунца в будущем.

Источник: Anonymous, 2009; Aquaculture Europe, 2009; Real, 2009.

4.1.3 Кормовые ресурсы

Большая часть европейского морского рыбоводства использует полноценные комбикорма для повышения своей продукции. Моллюсководство, наоборот, опирается на естественную продуктивность, а прудовая аквакультура, главным образом в Центральной и Восточной Европе, основана на стимулировании естественного производства кормовых организмов путём добавления неорганических и органических удобрений. Европейский сектор производства кормов является динамичной, инновативной отраслью, включающей в себя крупные международные компании, такие как Aller Aqua©, Biomar©, Dana Feed©, Inve© и Nutreco©. Эти компании увеличивают свою рыночную долю и в регионе Центральной и Восточной Европы, где снабжение кормами всё ещё главным образом зависит от западноевропейского импорта (FAO/NACEE, 2007). Сектор кормов для животных ежегодно производит около 125 млн тонн комбикормов. В 2001 году мировое промышленное производство (в Европе, Америке и Азии) произвело 597 млн тонн кормов для животных (Sabaut, 2002). Эта цифра не включает в себя произведённые на хозяйствах корма, представляющие собой равновеликий объём. С произведёнными в 2001 году 13,6 млн тонн кормов,

аквакультура использовала менее чем 2 процента мировых сырьевых ресурсов (Sabaut, 2002). Согласно оценкам, в 2003 году сектор аквакультуры употребил 2,94 млн тонн рыбной муки и 0,80 млн тонн рыбьего жира, что соответствует 14,95–18,69 млн тонн пелагических рыб (Tacon, Hasan and Subasinghe, 2006). В 2006 году мелкие пелагические кормовые виды рыб (в том числе, анчоусы, сельди, скумбрия, сардины и т.д.) составили наибольшую видовую группу в промысловых уловах (27,3 млн тонн или 29,7 процента общего промыслового улова). Мелкие пелагические рыбы, как правило, являются единственным коммерчески жизнеспособным источником омега-3 жирных кислот с длинной углеродной цепью, незаменимых для питания выращиваемых хищных рыб, таких как лосось и тунец, однако эти же мелкие пелагические рыбы составляют более 50 процентов общего количества пищевой рыбы во многих странах Африки, Азии и других континентов. Несмотря на то что более трети мелких пелагических рыб вылавливается в Южной Америке, Европа является крупнейшим производителем, экспортёром и импортёром переработанных продуктов из пелагических рыб, предназначенных для человеческого потребления (Tacon and Metian, 2009).

Прежние прогнозы Международной организации по рыбной муке и рыбьему жиру (IFFO) предсказывали, что использование рыбной муки в аквакультуре вырастет с 34 процентов в 2002 году до 48 процентов в 2010 году. Вопрос рыбьего жира является ещё более критичным, поскольку аквакультура уже в 2002 году использовала 56 процентов поставляемых ресурсов, а к 2010 году ей потенциально могут потребоваться 79 процентов (Stirling Aquaculture, 2003). Согласно недавним оценкам, в 2006 году аквакультура потребляла 57 процентов производимой в мире рыбной муки и 87 процентов рыбьего жира, вследствие быстрого роста рыбоводства и готовности сектора аквакультуры платить высокую рыночную цену за данные товары (Tacon and Metian, 2009).

С другой стороны, зависимость Европы от импорта растительных протеинов (главным образом сои) является одинаково сильной как в случае рыбной муки, так и в случае рыбьего жира. Поэтому, если мы хотим увеличить доступность протеинов и улучшить управление расходами, вероятно, следует позаботиться об увеличении доступных ресурсов для обеспечения подходящих растительных протеинов для аквакультуры и не отказываться от использования белковых побочных продуктов переработки наземных животных (Sabaut, 2002).

Европейская федерация производителей кормов (FEFAC) однозначно заявила, что, в целях поддержки устойчивого развития аквакультуры, сектор производства рыбных кормов должен снизить содержание рыбной муки и рыбьего жира в своих рецептурах. Любой дальнейший рост аквакультуры должен основываться на замене рыбной муки (FEFAC, 2007).

FEFAC (2007) высказала мнение, что между 2007–2010 гг. содержание рыбной муки и рыбьего жира в кормах должно уменьшаться на 5–10 процентов в год. Более высокие цены на рыбную муку и рыбий жир ускорят скорость их замены. Однако, хотя в первые годы замена данных ингредиентов будет происходить более быстро, чем ниже станет процент рыбной муки в кормах, тем труднее будет достичь его дальнейшего снижения.

Основные потенциальные заменители включают в себя концентраты растительных протеинов, в том числе, кормовые материалы, полученные из ГМ (генетически модифицированных) растений (соевая мука, рапсовая мука), побочные продукты переработки наземных животных (кровяная мука) и криль. Криль является одним из многих морских беспозвоночных организмов, которые, заменяя рыбу, могут стать важными альтернативными источниками используемых в рыбных кормах морских жиров и муки. Для их использования необходимо решить ряд проблем, однако ключевой движущей силой будет потребительский выбор относительно содержания ЭПК (эйкозапентаеновой кислоты) и ДГК (докозагексаеновой кислоты) в выращиваемой рыбе, как ключевого фактора, на основе которого принимается решение о покупке. В связи с этим европейские органы правительственной администрации должны уделять внимание вопросам отношения рыбоводов и потребителей к рискам и преимуществам, связанным с заменой рыбной муки и рыбьего жира на другие ингредиенты.

Текущий запрет ЕС на использование переработанных животных протеинов в кормах также является значительным препятствием для введения более устойчивых систем кормления, поэтому сектор

производства рыбных кормов рекомендует уделять внимание вопросам питания рыб в научно-исследовательских проектах ЕС, одновременно пересматривая существующие законодательные препятствия, в том числе, добиваясь разрешения на использование кормовых добавок для выращиваемых рыб, а также некоторых переработанных животных протеинов, что может содействовать снижению нагрузки производства рыбных кормов на окружающую среду. Кроме того, существует постоянная потребность в актуальной научной информации о эффектах нежелательных веществ, попадающих в производственно-сбытовую цепь аквакультурной продукции, как основания для принятия пропорциональных риску решений, имеющих отношение к решениям по динамическому управлению рисками на европейском уровне (FEFAC, 2007).

4.1.4 Технологии выращивания

Системы и технологии выращивания в Европе отличаются большим разнообразием и включают в себя *экстенсивную аквакультуру* в прудах (в основном, карповых рыб), лагунах (как правило, угря, лаврака, дорады и кефалевых) и прибрежных зонах (мидий, устриц и прочих двустворчатых моллюсков); *полуинтенсивную аквакультуру* в прудах (карповых рыб вместе с хищными видами) и лагунах (например, угря и кефалевых); *интенсивную аквакультуру* в проточных системах (главным образом форели, лосося, лаврака, дорады и тюрбо), установках замкнутого водоснабжения (ценных пресноводных и морских объектов) и морских садках (особенно лосося, лаврака и дорады).

Европейская аквакультура также может быть поделена на три больших подсектора по видовым группам, как-то: выращивание моллюсков, пресноводное рыбоводство и морское рыбоводство. Ракообразные и водоросли также выращиваются как в странах ЕС, так и вне их, но их производство до сих пор является незначительным.

Существующие системы и технологии аквакультуры развивались главным образом на основе имеющихся ресурсов, а также технической и финансовой осуществимости. Однако вследствие изменения доступности ресурсов, беспокойства по поводу окружающей среды, политики развития, социально-экономических условий и рыночной действительности, возникла необходимость улучшения устойчивости аквакультурной продукции и разработки систем и технологий нового типа. Недавнее европейское исследование (Bostock *et al.,* 2008b) идентифицировало следующие основные типы новых аквакультурных систем в Европе: (1) Морские системы, удалённые от берега; (2) Установки замкнутого водоснабжения; и (3) Интегрированные системы.

Основной движущей силой создания *отдалённых от берега морских систем*, вероятно, является недостаток доступных прибрежных участков и всё более строгое экологическое законодательство. *Аквакультура вдали от берегов*, по всей видимости, имеет светлое будущее. Однако ключом к будущему развитию будут масштабы производства, позволяющие достичь конкурентоспособности себестоимости и цен на продукцию. Если рост спроса превысит предложение прибрежных систем, цены могут начать расти, что приведёт к большей жизнеспособности отдалённых от берега систем. Правительства Ирландии и Норвегии обеспечивают поддержку для НИОКР, направленных на дальнейшее развитие отдалённых от берега систем (Райан, личное сообщение, 2005).

В Европе было разработано много различных *установок замкнутого водоснабжения* (УЗВ) для широкого спектра видов; несмотря на это, коммерческое производство рыбы с использованием данных систем является относительно ограниченным. В 2005 году общая продукция аквакультуры в УЗВ составила около 20 000 тонн в Европе, главным образом в Нидерландах и Дании (Шнайдер, личное сообщение, 2009). Расширение данного сектора будет зависеть от непрерывного улучшения конструкции систем, а также от оптимизации затрат на строительство и текущих расходов. Тем не менее установки замкнутого водоснабжения могут обеспечить для производителей нишевых продуктов гибкие возможности для снабжения рынка ценной специализированной продукцией.

Несмотря на то что *интегрированные системы* (такие как системы интегрированной мультитрофической аквакультуры (ИМТА), системы поликультуры, рыбные хозяйства комплексного использования) предлагают перспективу более эффективного использования ресурсов, разработка коммерческих систем всё ещё находится на ранней стадии. Несколько коммерческих рыбных

хозяйств, уже принявшие концепцию интегрированного производства, по-прежнему находятся на уровне опытных масштабов производства и, по всей видимости, ценят данную концепцию не столько с чисто экономической точки зрения, сколько на идеологическом основании. Экологически чистые системы ИМТА рассмотрены более подробно в Разделе 5.1.4.

Масштаб *систем сертификации* и маркировки продукции аквакультуры очень сильно вырос в Европе за последние годы, ввиду значительного интереса европейских потребителей к вопросам окружающей среды и устойчивости технологий аквакультурного производства. В то время как сертифицированное органическое производство лосося неспособно расти в таком же темпе, как спрос на него, есть также признаки того, что большое число систем маркировки и сертификации приводит потребителей в замешательство. Имеется широкий спектр стандартов и добровольных систем сертификации, направленных на обеспечение минимального уровня соответствия аквакультурной продукции установленным критериям (FAO, 2009d). Добровольные системы включают в себя системы сертификации органического производства (например, Soil Association, Naturland), экологической чистоты (например, Морской попечительский совет, Европейская схема экологического менеджмента и аудита – EMAS), этического производства и торговли (например, Инициатива по этической торговле), управления качеством (например, ISO 9001:2000; ISO 22000:2005) и прочие. Обязательными обычно являются стандарты, относящиеся к здоровью и безопасности, например, запрещающие использование недозволенных химических веществ или устанавливающие предельно допустимые уровни загрязнителей и бактерий в продовольственных продуктах. Двумя важнейшими обязательными стандартами, используемыми в настоящее время в Европе, являются требования по продовольственной безопасности (например, анализ рисков и критические точки контроля – HACCP) и маркировке в целях отслеживаемости (Bostock *et al*., 2008b). В настоящее время кажется, что очень мало больших производителей убеждены в целесообразности внедрения систем сертификации органического производства. Для многих продуктов аквакультуры используются более общие системы сертификации, которые, вероятно, будут распространяться в будущем.

4.1.5 Система и услуги здравоохранения гидробионтов

Заболевания рыб представляют собой проблему как с точки зрения здоровья животных, так и с точки зрения их физического благополучия. Управление здоровьем рыб является неотъемлемой частью аквакультурных технологий в Европе, где были предприняты значительные усилия по профилактике заболеваний и снижению использования медицинских препаратов. Несмотря на это, контролируемое и осторожное использование препаратов для лечения выращиваемых гидробионтов остаётся одним из ключевых вопросов европейской аквакультуры. В большинстве европейских стран, особенно в ЕС, имеются подходящие системы здравоохранения гидробионтов. Научные исследования высокого уровня дают ценные результаты, на основе которых разрабатываются новые медицинские препараты и методы лечения. В некоторых секторах аквакультуры (например, лососеводстве) разработка вакцин обернулась настоящей историей успеха, значительно снизившей как смертность рыб, так и потребность в синтетических препаратах. Европейские фармацевтические компании (например, Intervet Schering Plough Animal Health©) производят широкий спектр разнообразных ветеринарных препаратов для мирового рынка и обеспечивают различные услуги для рыбоводов. Однако ограниченное наличие зарегистрированных ветеринарных препаратов для устранения рисков здоровью рыб остаётся одной из важнейших проблем сектора аквакультуры в Европе.

FEAP (2004) идентифицировала основные причины нынешней ограниченной доступности зарегистрированных продуктов для устранения заболеваний и паразитов выращиваемых рыб, которые включают в себя следующие:

- Общая стоимость процесса регистрации (более 500 000 евро в случае регистрации в одной стране или ещё больше в случае дальнейших стран).
- Время, необходимое для процесса регистрации, оценивается в 2 человеко-года (в эквиваленте полной занятости) для каждой регистрации. Подготовительная работа, которую следует выполнить, включая все клинические исследования, занимает два года или более. Для

регуляторной инспекции и ответов на вопросы требуется более одного года работы. В случае пострегистрационных исследований это означает постоянные расходы.

- Потенциал продаж ветеринарных лекарственных препаратов для морского рыбоводства не окупает стоимость их регистрации.
- Стоимость продления каждой регистрации при регулярных инспекциях слишком высока.
- Рынок ограничен непризнанием регистраций друг друга государствами-членами ЕС.
- Существуют значительные различия между государствами-членами ЕС в интерпретации европейского законодательства.
- В настоящее время на рынке фармацевтических продуктов доминирует малое количество международных компаний.
- Стоимость приобретения зарегистрированного продукта – особенно при низком уровне прибылей в секторе аквакультуры.
- Неприменимость определения «каскадного принципа»[14], сформулированного в Директиве 90/676/EEC, т.е. «… малое количество животных…».

Критический недостаток препаратов, предназначенных для редких применений и редких видов (Minor Uses/Minor Species, MUMS) – данная категория включает в себя всех рыб кроме лососёвых – признан на международном уровне. Имеются сведения о болезнях и смертности животных, а также финансовых потерях хозяйств вследствие недостатка ветеринарных препаратов. Более того, неподходящее лечение больных животных (миллионы животных либо не получают никакого лечения, либо получают его с опозданием) может повысить степень риска общественному здоровью. Передача паразитов или патогенов от животных людям или попадание инфекционных агентов из не получивших лечения животных в окружающую среду может увеличить риск для здоровья людей, а также других животных (Macrì, Purificato and Tollis, 2006).

Семинар PROFET (FEAP, 2004) идентифицировал действия, необходимые для предотвращения «кризиса благополучия» в секторе рыбоводства. Предлагаемые действия включают в себя следующие:

- Регистрация разрешённых продуктов должна распространяться не на один какой-либо вид, а на группу лососёвых или на рыб вообще (ср. с ситуацией у наземных животных).
- Препараты, зарегистрированные в одном государстве-члене ЕС, должны признаваться в других государствах-членах – требуется общий рынок ветеринарных препаратов внутри ЕС.
- Признание необходимости применения ветеринарами каскадного принципа в настоящее время должно являться не исключительным случаем, а правилом.
- Срок действия регистрации нового продукта для аквакультуры должен быть продлён до 15 лет.
- Генерические продукты должны стать широко доступными, в соответствии с исправленным каскадным принципом, принимающим во внимание также количество животных, получающих лечение в условиях аквакультуры.
- ЕС должна предоставить финансирование для разработки тестов *in vitro*, которые могут быть включены в Европейскую фармакопею вместо имеющихся стандартов *in vivo* по специфической активности партий и тестов по безопасности иммунологических продуктов для рыб.

[14] «Каскадный принцип», описанный в Статье 10 Директивы ЕС 2001/82 и изменённый статьями 10 и 11 Директивы ЕС 2004/28, разрешает применение особой этикетки или использование ветеринарами продукта, предназначенного для людей, в исключительных случаях, при отсутствии зарегистрированных ветеринарных лекарственных препаратов.

- Должен быть заказан внешний аудит, финансируемый ЕС и показывающий, как государства-члены (в том числе, государства-члены Европейского агентства по окружающей среде – ЕЕА) выдают разрешения для ветеринарных медицинских препаратов в аквакультуре.
- ЕЕА должно непосредственно консультироваться с профессиональным сектором производства по всем релевантным вопросам, связанным с регуляцией и политикой по лекарственным препаратам для выращиваемых рыб.
- Для достижения намеченных выше целей, профессиональный сектор производства также должен тесно сотрудничать с ветеринарами и фармацевтическими компаниями Европы.

Несмотря на различные инициативы прошлых лет по улучшению снабжения выращиваемых гидробионтов зарегистрированными ветеринарными препаратами, недостаток последних по-прежнему является критическим вопросом развития аквакультуры в Европейском Союзе. В некоторых странах ЕС были приняты специальные меры по облегчению данной ситуации. Например, в Великобритании ветеринарный лекарственный препарат может получить разрешение за два дня, если он произведён и зарегистрирован в ЕС и способ его использования точно определён. Во многих странах ЕС (легче всего в Великобритании) возможно получение других разрешений, например, временной лицензии на импорт, даже в течение нескольких часов, при условии заявления ветеринарному врачу, если имеется альтернативный метод лечения (Христофилояннис, личное сообщение, 2009).

В Норвегии существует система так называемых «специальных льгот», при которой отрасль аквакультуры и ветеринары ежегодно отмечают значимость всех болезней, затрагивающих лосося и треску. На основе данной оценки власти разрешают импорт вакцин против важнейших заболеваний, которые могут находиться даже на начальном этапе разработки, если их безопасность для рыб доказана и имеются некоторые основные данные об их эффективности. Компании выпускают эти вакцины на рынок, но их реализация и применение в отдельных областях строго отслеживаются, а по результатам наблюдений составляются отчёты. Импорт разрешается государственными властями, подразумевая, что компания разработает и должным образом представит полное регистрационное досье. Данный процесс является прозрачным и ежегодно пересматривается (Христофилояннис, личное сообщение, 2009).

В странах Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ), где преобладающей является прудовая аквакультура, болезни не являются большой проблемой, ввиду относительно низкого уровня интенсификации (FAO/NACEE, 2007). Однако появление вируса герпеса кои (KHV) в регионе и риск его распространения в соседние страны дают значительный повод для беспокойства (Pokorova *et al.*, 2005). В интенсивных системах, а также в странах, где в прудовой аквакультуре существует тенденция интенсификации (например, в Российской Федерации) профилактика и лечение болезней остаются приоритетными вопросами.

В большинстве стран, не входящих в ЕС, также имеются подходящие политические и институциональные структуры для инспекции и мониторинга здоровья рыб, хотя их работа не всегда эффективна из-за недостатка рабочей силы и финансирования, а также иногда неподходящих инфраструктурных условий (FAO/NACEE, 2007).

4.1.6 Финансовый капитал

Аквакультурные предприятия подвержены рискам, вызванным изменчивостью фискальных режимов, в той же степени, что и большинство других предприятий. Основной чертой многих аквакультурных систем является относительно длинный производственный цикл, вследствие чего процентные ставки имеют большое влияние на предприятия, занимающиеся аквакультурой. Воздействие процентных ставок на инвестиции в бизнес подвергается значительному влиянию других денежных факторов,

важнейшими среди которых являются инфляция[15] и валютные курсы. В связи с этим Европейский центральный банк и большинство правительств стараются удержать инфляцию на низком и стабильном уровне (Bostock *et al.*, 2008a; EUROSTAT, 2009c).

Кроме того, правительства управляют экономическим развитием посредством финансовых правил, стимулов и налогов. Инвесторы в аквакультуру подтверждают, что «для развития аквакультуры требуется положительно и решительно настроенное правительство. Правительство, верящее в то, что будущее – в море» (Myrseth, 2007). Важность правительственной поддержки развития аквакультуры убедительно доказана заметным ростом лососеводства в Норвегии и выращивания лаврака и дорады в Греции. Поддержка со стороны ЕС, софинансируемая государствами-членами в рамках Европейского рыбохозяйственного фонда, также содействует развитию аквакультуры в Европейском Союзе. Фонды ЕС и гранты подобного типа предоставляются только при наличии хороших рыночных перспектив и не должны присуждаться в случае риска перепроизводства. Более того, многие меры, финансируемые FIFG (Финансовым инструментом по управлению рыбным хозяйством[16]) и EFF (Европейским рыбохозяйственным фондом[17]), предназначены не для поддержки производства (а для улучшения охраны окружающей среды, развития органического производства, усовершенствования защиты потребителей и т.д.) и не обязательно ведут к изменению объёмов производства (European Commission, 2009a и 2009b). Финансовая поддержка, получаемая сектором от ЕС (например, FIFG и EFF), рассматривается более подробно в Разделе 10.1.3.

Коммерческое финансирование аквакультуры включает в себя частный капитал, банковские кредиты, венчурные инвестиции и фондовую биржу. Однако следует отметить, что аквакультурный бизнес считается рискованным. Коммерческое финансирование малых и средних предприятий зависит главным образом от частного капитала и банковских кредитов (например, 50 процентов собственного капитала и 50 процентов кредитов). Иногда возможно и венчурное финансирование, особенно в случае фирм, использующих инновационные технологии и имеющих интеллектуальную собственность, которая может быть защищена, либо уникальные секреты производства (ноу-хау). Сектор также включает в себя «бизнес-ангелов» – как правило, состоятельных лиц, имеющих опыт в бизнесе и финансировании и вкладывающих свои средства непосредственно в фирмы (Bostock *et al.*, 2008a). Следует заметить, что деятельность подобных «бизнес-ангелов» не ограничивается западной частью Европы. Фондовая биржа также становится всё более важным источником инвестиционного финансирования аквакультуры, особенно в Западной Европе. С начала 1990-х годов ряд крупных норвежских аквакультурных компаний получили доступ к финансам фондовых бирж. В более близкое время, в 2006 году, акции компаний Cermaq© и Akva Group© были включены в Фондовую биржу Осло. Греческие компании также вышли на Фондовую биржу Афин, начиная с «Selonda© Aquaculture SA» в 1994 году, за которой последовали «Nireus Chios© Aquaculture SA», «Hellenic© Fish Farming SA» и «Interfish© Aquaculture SA» в 2003 году (Bostock *et al.*, 2008a).

4.1.7 Страхование аквакультуры

Несмотря на столь рискованный деловой климат, как в аквакультуре, управление рисками, по всей видимости, находится в самом низу списка приоритетов сектора в большинстве регионов мира. Ежегодные страховые взносы мировой аквакультуры составляют около 100 млн долларов США, что

---

[15] Статистические данные Евростат показывают, что между 2000 и 2005 годами в еврозоне были достигнуты уровни инфляции от 2,1 до 2,3 процента; что, однако, повысилось до 3,3 процента к 2008 году. Уровни инфляции в других регионах Европы были значительно выше в 2008 году (например, 15,3 процента в Латвии, 12 процентов в Болгарии, 10,4 процента в Турции).
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&language=en&pcode=tsieb060&tableSelection=1&footnotes=yes&labeling=labels&plugin=1

[16] Финансовый инструмент по управлению рыбным хозяйством (FIFG)
http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/fisheries_sector_organisation_and_financing/l60017_en.htm

[17] Европейский рыбохозяйственный фонд (EFF)
http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/fisheries_sector_organisation_and_financing/l66004_en.htm

представляет собой незначительную часть ценности выращиваемых в мире рыбных запасов (Mutter, 2009). Тем не менее в отношении страхования аквакультурных стад Европа является регионом с наилучшим облуживанием в мире (van Anrooy *et al.*, 2006). Из стран Европы относительно высокое количество страховых контрактов заключается в Норвегии, Шотландии, Фарерских островах, Дании, Исландии, Испании, Мальте, Греции, Италии и Турции. Важнейшими объектами страхования являются лосось, лаврак, дорада, тунец, форель и тюрбо. Среди причин потерь сектора в 2007 году первые пять мест (по ценности) занимали погодные условия, заболевания, цветение воды, качество воды и повреждения садков (Mutter, 2009). Сумма страховых претензий в 2007 году была наибольшей в Чили, Испании, Великобритании, Норвегии и Ирландии. В Европе управление рисками осуществляется на высшем уровне в устоявшемся и успешном секторе лососеводства; сектора выращивания лаврака, дорады и тюрбо считаются несколько менее предосторожными. Наибольшие потери в международном секторе страхования аквакультуры, по-видимому, отмечались в отрасли средиземноморского пастбищного выращивания тунца. На прудовых рыбных хозяйствах, особенно в Восточной Европе, управление рисками обычно не включает в себя страхование. Итоги и выводы глобального обзора ФАО по страхованию аквакультуры (van Anrooy *et al.*, 2006) действительны и теперь, особенно относительно необходимости (i) образования и распространения информации и (ii) сбора и анализа информации по рынку страхования аквакультуры в Европе.

4.1.8 Облов и переработка

В Европейском Союзе сектор переработки рыбы даёт работу значительному количеству людей, особенно в регионах, зависящих от рыбного промысла.В секторе занято более 135 000 человек, многие из которых работают в фирмах с 20 или менее сотрудниками. Ценность переработанной рыбной продукции, производимой сектором, составляет около 18 млрд евро в год, что почти в два раза превышает ценность промысловых уловов и продукции аквакультуры вместе взятых (European Commission, 2005a).

В течение последних лет продукция продолжала расти. Занятость, наоборот, уменьшилась, главным образом вследствие того, что меньшие и плохо оснащённые перерабатывающие компании либо прекращают своё существование, либо сливаются с более крупными компаниями. Важнейшей продукцией рыбоперерабатывающей промышленности являются готовые пищевые продукты и рыбные консервы (6,7 млрд евро), за которыми следует свежая, охлаждённая, мороженая, копчёная и вяленая рыба (5,2 млрд евро). Компании рыбоперерабатывающего сектора особенно чувствительны к сбоям в поставках. Для обеспечения постоянного снабжения рыбной продукцией, компании ЕС должны опираться на импорт (European Commission, 2005a).

Одним из наиболее бросающихся в глаза аспектов перерабатывающей промышленности является её разнообразие в отношении размера компаний, переработки, типов используемого сырья и готовой продукции. Также существуют значительные различия в технологическом уровне и структуре капитала перерабатывающих компаний, особенно между развитыми странами Евросоюза и менее развитыми странами вне ЕС.

Исследование ЕС (Salz *et al.*, 2006) по занятости в рыбохозяйственном секторе суммировало основные черты рыбоперерабатывающей промышленности Евросоюза следующим образом:

- Потребление рыбы и рыбных продуктов в ЕС более чем на 50 процентов зависит от импорта.
- Рост спроса на морепродукты в ЕС ведёт к появлению новых форм деятельности.
- Доступность сырья из местных уловов уменьшается.
- Характер вторичной переработки по-прежнему определяется ресурсами, прежде получаемыми от местного промыслового флота. С уменьшением квот ОДУ (общего допустимого улова) предприятия по вторичной переработке во всё большей мере, нередко более чем на 50 процентов, зависят от глобальных источников и импортированного сырья.
- Предприятия первичной переработки, как правило, по-прежнему зависят от местных уловов.
- Тенденция появления новых продуктов с добавленной стоимостью (полуфабрикатов) означает, что рыба становится только одним из многих используемых ингредиентов.
- Переработка рыбы интегрируется в более крупные предприятия пищевой промышленности.

- Растущая конкуренция с импортом извне ЕС, в частности, из стран с низкой заработной платой, таких как Китай и Вьетнам; можно ожидать, что рыбоперерабатывающая промышленность во всё большей мере будет перемещаться в такие страны.

В рамках проекта CONSENSUS также были идентифицированы научно-исследовательские потребности европейского перерабатывающего и упаковочного сектора (European Commission, 2005b). Научно-исследовательскими потребностями в различных ключевых областях перерабатывающего сектора являются следующие: более эффективные технологии очистки и сепарации, потребляющие меньше энергии и воды; лучшее использование побочных продуктов путём определения их параметров, переработки и управления данными; а также продление срока годности продуктов при поддержании возможно меньших микробных уровней. Научные исследования по разработке лучших упаковочных систем должны быть направлены на снижение процентного соотношения веса тары к весу брутто и использования опасных материалов в качестве тары, а также увеличение регенерируемой доли упаковочных материалов.

Одной из рабочих групп Тематической области «Технологии и системы» EATIP является «Обращение и переработка», работа которой направлена на разработку стратегической программы исследований по технологическим процессам после облова рыбы. Основные цели данной рабочей группы были определены следующим образом (Aursand, 2009):

- разработка новых и усовершенствованных технологий для эффективной и этичной перевозки произведённой рыбы от хозяйства до линии переработки, её разгрузки и убоя;
- разработка новых и более гибких концепций эффективной переработки рыбы, уделяя особое внимание автоматизации;
- разработка новых и усовершенствованных технологий для эффективной переработки рыбы, уделяя особое внимание эффективности и гигиене;
- разработка новых и усовершенствованных технологий для валоризации рыбной продукции и побочных продуктов;
- разработка и осуществление технологических решений для создания прозрачных и прослеживаемых производственно-сбытовых цепей от хозяйств до потребителей;
- разработка новых технологических концепций производства продовольственных продуктов, уделяя особое внимание снижению энергопотребления;
- разработка новых или усовершенствованных технологических концепций и решений в области оборудования и материально-технического обеспечения для создания непрерывной холодильной цепи от погрузки произведённой рыбы до её потребления;
- создание европейской арены для рыбоперерабатывающей промышленности, продавцов рыбоперерабатывающего оборудования и научно-исследовательских институтов.

4.2 Ключевые проблемы и истории успеха

4.2.1 Ключевые проблемы

Несмотря на отличные природные условия для аквакультуры – длинную береговую линию с защищёнными заливами, фьорды и другие прибрежные воды в Западной Европе и Средиземноморье и обширные внутренние водные площади, главным образом в Центральной и Восточной Европе – а также ценные человеческие ресурсы и держащий мировое первенство академический сектор в области НИОКР по аквакультуре, Европа импортирует 60 процентов потребляемой ею рыбы. Одной из главных причин данного несоответствия является то, что аквакультура превратилась в один из наиболее зарегулированных секторов всей пищевой промышленности в Европе. Рыбоводы ЕС должны принимать во внимание более 400 различных правил, а также дополнительные проектные и экологические ограничения в государствах-членах (Stevenson, 2008). Как сказал Ричи Флинн, глава Ирландской ассоциации рыбоводов: «Мы поддерживаем управление, но не удавление» (The Trawler-Le Chalutier, 2008). Отрасль признаёт, что обоснованное европейское законодательство защищает потребителей, как с точки зрения качества, так и с точки зрения безопасности рыбной продукции и морепродуктов, а также, что оно играет роль в охране окружающей среды и благополучии гидробионтов. Однако строгие правила ЕС, особенно по охране окружающей среды, ограничивают

конкурентоспособность по отношению к конкурентам из Азии или Латинской Америки, что было отмечено как препятствие развитию аквакультуры также в новой Стратегии устойчивого развития европейской аквакультуры. В новой стратегии Европейская комиссия декларирует, что она будет и в дальнейшем развивать свою политику упрощения законодательной среды и облегчения административной нагрузки на уровне ЕС и рекомендует государствам-членам принять меры по поддержке развития бизнеса и снижению административной нагрузки, вызванной национальными нормами, в частности, путём упрощения процедуры выдачи лицензий на аквакультурную деятельность (European Commission, 2009b).

Рост конкуренции за пространство сильно мешает дальнейшему развитию или даже поддержанию уровня всех форм прибрежной аквакультуры, а также пресноводного рыбоводства, не только в ЕС, но и в других регионах Европы. Ограниченная доступность пространства и лицензий вследствие строгого законодательства ЕС, а также отсутствие подходящих правовых основ в странах Восточной Европы, не входящих в ЕС, являются серьёзными препятствиями для развития аквакультуры.

Другим важным препятствием для развития европейской аквакультуры является ограниченная доступность стартового капитала или кредитования инноваций в рискованной обстановке – особенно ввиду постоянных изменений в экономической ситуации и структуре торговли (European Commission, 2009b). В период между 2007 и 2013 годами Европейский рыбохозяйственный фонд (EFF) поддерживает также развитие аквакультуры, что является важным источником финансирования в новых центрально- и восточноевропейских государствах-членах ЕС, где существует значительная потребность в модернизации производственных и перерабатывающих единиц. Однако в странах Восточной Европы, не входящих в ЕС, недостаток финансирования является серьёзным препятствием для развития аквакультуры, особенно в случае малых и средних предприятий, играющих доминирующую роль в аквакультурном производстве.

Тем не менее следует подчеркнуть, что за последние десятилетия проблемы развития аквакультуры в Европе изменились. Несмотря на то что доступность производственных участков остаётся актуальной проблемой, основными требующими решения вопросами в области кормления являются не только улучшение кормового коэффициента, но также и устойчивое использование ресурсов (замена рыбной муки и рыбьего жира) и исключение загрязнений. Аналогичным образом, актуальные проблемы сектора услуг во всё большей мере связаны с доступностью специальных услуг, необходимых для современного бизнеса, таких как финансирование, связи с общественностью (ПР) и управление компетенциями (Hough, 2009).

В будущем, по мере растущей интенсификации аквакультурного производства, ключевую роль будут играть ветеринарные услуги; однако ограниченное наличие зарегистрированных ветеринарных лекарственных препаратов для устранения рисков здоровью рыб остаётся одной из наиболее значительных проблем отрасли аквакультуры в Европе.

4.2.2 Истории успеха

Даже если в прошедшем десятилетии не отмечалось таких явных историй успеха как тридцатилетний рост лососеводства или развитие сектора выращивания лаврака и дорады в 1990-х годах, тем не менее появился ряд инноваций, содействующих повышению продуктивности, снижению себестоимости и маркетинговых расходов, а также улучшению экологической приемлемости и ситуации с благополучием животных в аквакультуре Европы.

Кроме того, в европейском секторе аквакультуры возник ряд дополняющих, постепенных инноваций, важных теперь или в будущем, в таких областях как вакцинация, селекция, манипуляции жизненного цикла и генома, применение информационных технологий, снижение процента рыбной муки и рыбьего жира в кормах, облов и переработка, упаковка и розничная торговля (Bostock *et al.*, 2008b). За прошедшее десятилетие в Шестой и Седьмой рамочных программах ЕС было выполнено и выполняется много успешных научно-исследовательских проектов, результаты которых содействуют лучшему использованию ресурсов и развитию систем аквакультурого производства. В таблице 3 приведён перечень нескольких крупных проектов НИОКР по аквакультуре, финансируемых за счёт Шестой рамочной программы ЕС и имеющих отношение к разработке технологий и систем.

Таблица 3. Проекты по разработке технологий и систем, финансируемые ЕС в рамках 6РП (*Источник*: http://cordis.europa.eu/fp6/projects.htm)

Акроним	Название	Интернет-страница
ALFA	Разработка инновативной автоматической системы для непрерывного производства живых кормов в инкубационных цехах	http://gamma.wiserhosting.co.uk/~alfa768/
AMBIO	Передовые наноструктурные поверхности для контроля обрастания	www.ambio.bham.ac.uk
ASPECT	Органическое производство тепловодных рыб с помощью экотехнологий, использующих активированные суспензии и перифитон	
AQUAETREAT	Улучшения и инновации в технологии очистки аквакультурных сбросных вод	www.aquaetreat.org/aquaetreat/
AQUADEGAS	Разработка рентабельного, надёжного, прочного, гибкого, компактного и эффективного метода дегазации и аэрации для интенсивной аквакультуры	www.aquadegas.com
CODLIGHT TECH	Световая технология для регуляции фотопериода в марикультуре трески	www.fishwelfare.com/clt/
CRAB	Коллективные исследования по обрастанию в аквакультуре	
DOLFIN	Разработка инновативных пластмассовых структур для аквакультуры, с использованием нового композита, содержащего отходы растительных культур как армирующего элемента	https://www.aimplas.es/proyectos/dolfin
ENVIROPHYTE	Повышение рентабельности морских береговых аквакультурных установок путём использования искусственных водно-болотных угодий с насаждениями солероса как экологически чистого биофильтра и ценного побочного продукта	http://envirophyte.ocean.org
ESCAPEPROOFNET	Сбежавшие животные в европейской аквакультуре. Разработка сети, исключающей побеги, специально для выращивания трески, лаврака и дорады	www.escapeproofnet.com
FISHTANKRECIRC	Разработка электрокоагуляционной технологии для лучшей эффективности очистки и максимальной рециркуляции воды в наземном рыбоводстве	www.fishtankrecirc.com
GRRAS	Устранение замедления роста в морских УЗВ для выращивания тюрбо	www.rivo.dlo.nl/grra
INTELFISHTANK	Разработка умного рыбоводного бассейна для экономически эффективного ведения аквакультуры путём контроля качества воды в каждом отдельном бассейне.	www.intelfishtank.com
LOBSTERPLANT	Разработка автоматизированной технологии для крупномасштабного наземного производства товарного омара и его молоди, в т.ч. роботизированной системы кормления и наблюдения	http://lobsterplantproject.com
NETWASH	Встроенная система чистки сетей в аквакультуре	www.netwash-project.com
OPTITEMPTANK	Разработка интегрированной системы для экономически эффективного контроля температуры в аквакультурных бассейнах	
RACEWAYS	Концепция гиперинтенсивного рыбоводства для долгосрочной конкурентоспособности и большей продукции	
SPIINES 2	Морские ежи в интегрированных системах; кормление и улучшение качества икры	
SUDEVAB	Устойчивое развитие европейских МСП, выращивающих морское ушко	www.sudevab.eu
SUSTAINAQ	Устойчивое аквакультурное производство с использованием УЗВ	
SUSTAINAQUA	Интегрированный подход к устойчивой и здоровой пресноводной аквакультуре	www.sustainaqua.org

Создание Европейской технологической и инновационной платформы по аквакультуре (EATIP[18]) в 2007 году также может расцениваться как история успеха европейской аквакультуры. EATIP является важной инициативой и отличным примером подхода, вовлекающего в работу множество заинтересованных сторон для совместной идентификации проблем инновации, требующих решения для защиты общих интересов; для разработки стратегической программы исследований, направленной на решение данных проблем; а также для внедрения полученных результатов посредством эффективных механизмов распространения информации и трансфера технологий. Дополнительная информация о структуре и функционировании, целях и деятельности EATIP приведена в Разделе 9.5.

4.3 Дорога в будущее

В недавнем прошлом было подготовлено несколько комплексных исследований и форсайт-анализов о будущем аквакультуры всей Европы (Stricker *et al.,* 2009), Европейского Союза (Bostock *et al.*, 2008a, 2008b; EC, 2009a), а также отдельных стран (INRA, 2007; Irish Seafood Strategy Review Group, 2006; Research Council of Norway, 2005). Несмотря на то что форсайт-исследования не могут дать исчерпывающих ответов на вопросы, они пробуждают интересные новые идеи о будущем европейской аквакультуры, дают основу для размышлений и обеспечивают полезный стимул для коммерческих и правительственных участников сектора, а также учёных. В норвежском форсайт-анализе группы экспертов идентифицировали важнейшие факторы и игроков, которые, по ожиданиям, должны повлиять на развитие сектора аквакультуры до 2020 года (Таблица 4).

В результате норвежского «упражнения на прогнозирование», было разработано пять основных сценариев, включающих в себя следующие варианты развития событий:

«**Новая отраслевая нейтральность**»: Европа становится «внутренним» рынком для продукции норвежского сектора аквакультуры, партнёрская роль отрасли в комплексной системе инноваций укрепляется при активном правительственном участии. Инновации в секторе транспортировки позволяют перевозить большие объёмы рыбы и прочей продукции аквакультуры на рынки всего света.

«**Рынок без границ**»: Продукты питания реализуются на открытых мировых рынках в соответствии со специальными стандартами, относящимися как к продукции, так и к процессам. Морские продовольственные продукты становятся неотъемлемой частью питания, Норвегия держит первенство по производству и реализации красной рыбы.

«**Устойчивость**»: Изменение климата принуждает сектор к большим изменениям, например, много рыбы производится в наземных установках, тогда как морское производство, большей частью, вынесено за пределы страны. Вследствие экологических проблем возникает необходимость разработки совершенно новых и передовых систем производства и мониторинга. Норвегия является важнейшим экспортёром экспертизы и технологий, имеющих отношение к международной аквакультурной деятельности.

«**Корма для всех**»: Сектор боролся с недостатком кормов и экологическими проблемами. Однако, как результат значительных научно-исследовательских усилий, стала возможной замена традиционных кормов, основанных на использовании морского сырья, на корма, содержащие искусственно произведённые кормовые ингредиенты и генетически модифицированные растительные компоненты. Морское сырьё используется главным образом в качестве пищи, предназначенной для человеческого потребления. Поскольку разработка новых технологий очистки и соблюдение обязательных международных соглашений смягчают также экологические проблемы, может заново начаться рост сектора.

«**Университет аквакультуры**»: Норвегия играет ведущую роль в управлении морскими ресурсами. Вследствие создания нового, большого аквакультурного университета, ориентированного на практическое внедрение результатов, сектор аквакультуры испытывает огромный подъём, как с точки

[18] www.eatip.eu

зрения технологий, так и в отношении компетенций. Данный коллектив экспертов накапливает передовой опыт, имеющий прямую коммерческую пользу, а также побуждает другие компании сектора осуществлять свои научно-исследовательские и инновационные задачи более целенаправленным и эффективным образом.

Таблица 4. Важнейшие факторы и игроки, предположительно влияющие на развитие аквакультурного сектора до 2020 года (Research Council of Norway, 2005)

Факторы	**Игроки**
Рынок	Компании
Сырьё для кормов	Общества в области научных исследований, образования и развития компетенций
Инновации	Отраслевые организации
Капитал/право собственности	Инвесторы
Развитие компетенций (научные исследования и образование)	Государственные органы
Устойчивое развитие (экологическая и продовольственная безопасность)	Группы интересов
Политика	Потребители/покупатели

Во французском форсайт-исследовании (INRA, 2007) также идентифицированы пять сценариев: (1) Здесь и лучше; (2) Вертикально и глобализованно; (3) Патовая ситуация/В тупике; (4) Свистать всех наверх; (5) Дважды новые. По сценарию «Здесь и лучше» рыбоводы становятся игроками, чьё эффективное управление экосистемами признаётся общественностью. Их успеху способствуют знаки качества и создание особых местных марок. Местные планы развития поддерживают рыбоводство, но практика хозяйствования находится под общественным контролем. Сценарий «Вертикально и глобализованно» предвидит рост индустриального сегмента аквакультуры. Вертикальная интеграция становится всеобщей. Сценарий «Патовая ситуация», в котором французскому рыбоводству угрожает комбинация многих ограничивающих факторов, является пессимистическим. Вследствие непреодолимых экологических требований, отрицательного общественного отношения к рыбоводству и отсутствия государственной политической поддержки французское рыбоводство приходит в упадок. Сценарий «Свистать всех наверх» предполагает наличие стратегии динамического развития, возникшей благодаря союзу всех французских игроков в целях достижения активной отраслевой политики. Согласно сценарию «Дважды новые», потребители нового типа и производители нового типа начинают относиться к рыбоводству по-новому. Искусственно выращенная рыба обретает популярность, рыбоводы активно реагируют на развитие рынка.

Во всех странах Европейского Союза были также разработаны региональные и национальные стратегии развития аквакультуры на период 2007–2013 гг. (European Commission, 2009b), являющиеся необходимым условием доступа к Европейскому рыбохозяйственному фонду. В Российской Федерации также была составлена среднесрочная стратегия развития аквакультуры, прогнозирующая четырёхкратное увеличение продукции аквакультуры до 2020 года (Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2007); тем не менее снабжение рыбой в настоящее время опирается на постепенно восстанавливающееся промысловое рыбоводство, тогда как роль аквакультуры остаётся незначительной (FAO-EBRD, 2008).

Устойчивое развитие европейской аквакультуры должно поддерживаться высококачественными научными исследованиями и инновацией. Как упоминалось выше, ведущие представители европейской отрасли аквакультуры и академического сектора недавно создали Европейскую технологическую и инновационную платформу по аквакультуре (EATIP) с целью формирования стратегического облика и определения приоритетов НИОКР для сектора европейской аквакультуры. Цели и деятельность EATIP подробно рассматриваются в Разделе 9.5.1.

В прошедшие годы аквакультурная продукция Турции быстро росла и ожидается, что эта тенденция продолжится и в следующем десятилетии. Этому содействовал ряд правильных управленческих решений:

- Министерство по делам сельского хозяйства и сельских районов Турции (MARA) поддерживает создание крупных морских (≥ 250 тонн/год) и пресноводных (≥ 25 тонн/год) садковых хозяйств, стремясь к максимизации экономических выгод частных предприятий, одновременно снижая риск конфликтов интересов с другими пользователями прибрежной зоны.
- Была введена система премий, выплачиваемых на основе количества произведённой молоди и товарной рыбы. Это привело к увеличению мощностей и заявлениям на получение новых лицензий, а также есть надежда, что в будущем поможет в сборе надёжных данных о продукции.
- Сельскохозяйственный банк предоставляет финансовые кредиты с низкими процентами на поддержку рыболовства и аквакультуры. Подсекретариат казначейства также обеспечивает дополнительные стимулы и определённые региональные субсидии.
- В целях разрешения конфликтов между туризмом и сельским хозяйством на всём протяжении эгейского и средиземноморского побережий были подготовлены планы распределения участков и площадей с участием ряда заинтересованных сторон, располагающих площадями, классифицированными как непосредственно или потенциально подходящие для развития аквакультуры. Большинство морских хозяйств уже покинули хорошо защищённые, мелкие прибрежные воды и переместились в относительно открытые зоны, отдалённые от берегов. Кроме того, в настоящее время многие хозяйства используют более крупные современные садки из HDPE (полиэтилена высокой плотности) диаметром 10–24 м вместо деревянных садков меньшего размера, изготавливаемых на месте.
- MARA стремится к эффективному мониторингу заболеваний на всех рыбных хозяйствах и проведению тестов на остатки антибиотиков/химикатов в рыбе товарного размера. В скором будущем начнётся также более строгий экологический мониторинг.
- Были также приложены большие усилия к диверсификации видового состава и продукции, хотя в этих областях не было значительных прорывов, по крайней мере, в коммерческом масштабе.

Основные препятствия, с которыми отрасль столкнётся в будущем, не обязательно будут существенно отличаться от прежних проблем. Например, ответственное использование ресурсов и охрана окружающей среды останутся ключевыми вопросами в будущем развитии аквакультурных технологий и систем. Таким образом, если не будут внедряться новые технологии аквакультуры, такие как системы, отдалённые от берегов, и наземные установки замкнутого водоснабжения, то более широкое использование внутренних и прибрежных вод для аквакультуры может во всё большей мере ограничиваться растущей конкуренцией со стороны других ресурсопользователей, а также законодательными ограничениями. В настоящее время главные препятствия на пути развития подобных систем имеют экономический характер, хотя существуют и регулятивные, и другие барьеры (Bostock *et al.*, 2008b). Вероятно, что в долгосрочной перспективе роль земляных рыбоводных прудов и прибрежных лагун в производстве продовольствия станет более разнообразной либо уменьшится; тем не менее подобные водно-болотные угодья, близкие к естественному состоянию, будут интегрированы в агроэкосистемы и будут обеспечивать услуги главным образом для туризма, управления водными ресурсами и ландшафтом, а также живой природы (Varadi, 2007).

Будущий успех современной, профессиональной европейской аквакультуры будет во всё большей мере зависеть от доступности качественных услуг в снабжении посадочным материалом и кормами, а также в ветеринарном обслуживании. Эксперты предполагают, что ветеринарные услуги и снабжение внесут значительный вклад в развитие сектора через применение новых результатов ветеринарных исследований при разработке лекарственных препаратов и вакцин, картирование генов, ответственных за различные заболевания и разработку систем ранней диагностики (Stricker *et al.*, 2009). Кроме упомянутых традиционных услуг, как упоминалось выше, будет существовать всё большая потребность в специальных услугах (финансировании, страховании, связях с общественностью, управлении компетенциями).

Тем не менее следует отметить, что в возможностях и темпах будущего развития аквакультуры в различных регионах Европы можно ожидать значительные изменения, которые будут зависеть главным образом от социально-экономической ситуации в данном регионе или стране. Например, в будущем развитии перерабатывающей промышленности Норвегии в центре внимания, среди прочего, будет стоять автоматизация и применение роботизированного оборудования (Aursand, 2009). С другой стороны, во многих странах Восточной Европы развитие переработки рыбы по-прежнему опирается на экстенсивное использование рабочей силы и относительно простого оборудования. Для ликвидации разрыва в качестве услуг (кормов, посадочного материала и ветеринарного обслуживания) и уровне технологий между более продвинутыми и менее развитыми регионами Европы необходимо улучшать внутрирегиональное сотрудничество через деятельность различных организаций Европы и ООН, включая, например, следующие:

- Европейская комиссия (ЕК[19]),
- Европейское общество аквакультуры (EAS[20]),
- Европейская технологическая и инновационная платформа по аквакультуре (EATIP[21]),
- Европейская консультативная комиссия по рыбному хозяйству во внутренних водах (EIFAC[22]),
- Европейская научно-исследовательская организация по рыболовству и аквакультуре (EFARO[23]),
- Европейская ассоциация моллюсководов (EMPA),
- ЕВРОФИШ[24],
- ФАО[25],
- Федерация европейских производителей в секторе аквакультуры (FEAP[26]),
- Генеральная комиссия по рыболовству в Средиземном море (GFCM[27]),
- Сеть центров аквакультуры в Центральной и Восточной Европе (НАСИ[28]),
- и другие.

В Сети центров аквакультуры в Центральной и Восточной Европе (НАСИ) недавно была создана отдельная рабочая группа (помимо четырёх уже существующих) по инновационным технологиям, занимающаяся возможным развитием различных аквакультурных систем, учитывая условия и действительность Центральной и Восточной Европы.

В последнем десятилетии развитие услуг и технологий сыграло значительную роль в общем развитии постепенно достигающей зрелости европейской аквакультуры. Инновационная ННТД во всей Европе привела к лучшим кормам, лучшему уровню лечения заболеваний, лучшему оборудованию и лучшему качеству рыбы (Hough, 2009). Развитие услуг и технологий продолжится и в будущем, содействуя дальнейшей модернизации сектора, который, путём устойчивого использования местных ресурсов, сможет обеспечить европейских потребителей большим количеством морепродуктов.

[19] http://ec.europa.eu/index_en.htm
[20] www.easonline.org
[21] www.eatip.eu
[22] www.fao.org/fishery/rfb/eifac/en
[23] www.efaro.eu
[24] www.eurofish.dk
[25] www.fao.org
[26] www.feap.info/feap
[27] www.gfcm.org/gfcm/topic/16083
[28] www.agrowebcee.net/nacee

5. АКВАКУЛЬТУРА И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

5.1 Состояние и тенденции

5.1.1 Общие экологические условия

В практике аквакультуры используется ряд природных ресурсов, но она в большей мере зависит от хорошего качества воды и экосистем, чем большинство других форм сельскохозяйственной деятельности. Развитие устойчивой аквакультуры сильно зависит от качества воды, которая в ходе аквакультурной деятельности должна сохранять это качество. Располагаясь в густонаселённом и экономически развитом регионе, европейские водные ресурсы подверглись значительным воздействиям в некоторых местах концентрации интенсивной антропогенной деятельности (промышленности, интенсивного сельского хозяйства, урбанизации).

Общая ситуация с использованием и качеством воды в Европе детально описана в различных источниках (UNECE, 2002; UNEP, 2004; UNESCO, 2003, 2006, 2009). Загрязнение воды считается серьёзной проблемой во всём европейском регионе. В то время как в Западной Европе был сделан прогресс в снижении загрязнения, ситуация в странах ЦВЕ является менее многообещающей, а во многих географических областях даже остаётся серьёзной или критической. Чрезмерный выпуск органики, азота и фосфора по-прежнему приводит к эвтрофикации и другим проблемам с качеством воды в подземных водах, реках, озёрах и морях всего европейского региона. Источники азота, загрязняющего воду, включают в себя удобрения и пестициды, используемые в сельском хозяйстве. Большая часть фосфора поступает с большими обьёмами богатой питательными веществами сточной воды из жилых домов и промышленности, хотя значительные количества могут также происходить из интенсивного сельского хозяйства. Выброс токсичных химических веществ за счёт промышленных процессов и аварий, а также шлам с водоочистных станций, часто загрязнённый тяжёлыми металлами и другими опасными отходами, также непосредственно влияют на качество воды, как в поверхностных, так и в подземных водах.

В Западной Европе потребление удобрений уменьшается с середины 1980-х годов, когда была осознана проблема эвтрофикации, тогда как в ЦВЕ она заметно упала с начала 1990-х. В Западной Европе выпуск фосфора со станций для очистки городских сточных вод значительно (на 50–80 процентов) снизился с начала 1980-х годов (EEA, 1995, 1999a,b, 2005, 2007, 2009), однако между регионами Европы по-прежнему существуют существенные различия в области водоочистки. К концу 1990-х годов 90 процентов населения Западной Европы были подключены к канализации, а 70 процентов – к водоочистным станциям, тогда как в ЦВЕ лишь 60 процентов населения стран-кандидатов в члены ЕС имеют канализацию; 18 процентов сточной воды сбрасывается без очистки. Между 1990 и 1996 годами количество точечных источников загрязнения уменьшилось почти на две трети (OECD, 1999, 2004).

К счастью, как замечают Нэш, Бербридж и Волкман (Nash, Burbridge and Volkman, 2005), при вступлении аквакультуры в двадцать первый век важным фактором общественного выбора становится не только сведение к минимуму воздействий всех человеческих вмешательств в окружающую среду, но также защита и поддержание имеющейся целостности её многочисленных водных экосистем, даже если данная задача является трудновыполнимой.

В 2000 году Европейская комиссия издала документ *Основы защиты водных ресурсов и управления ими в Европейском сообществе* (Директива 2000/60/EC, European Commission, 2000a), известный также как «Рамочная директива по воде» (РДВ), направленный на предотвращение и снижение загрязнения воды, содействие её устойчивому использованию, охрану окружающей среды, улучшение состояния водных экосистем и водно-болотных угодий, а также уменьшение воздействий наводнений и засух. Среди прочего, РДВ содержит инструкции по определению вод Европы и их характеристик на основе отдельных речных бассейновых округов, включая прибрежные экосистемы, а также по принятию государствами-членами «планов управления» и особых мер для каждого водоёма до 2010 года. Хороший экологический статус водных ресурсов должен быть достигнут к 2015 году.

5.*1.1.1 Водные экосистемы и качество воды*

Пресноводные экосистемы

Пресноводные ресурсы в европейском регионе ограничены, но между отдельными областями имеются существенные различия. Сценарии глобального использования водных ресурсов прогнозируют стабилизацию или умеренный рост на период 1995–2025 гг. вследствие более экономного потребления воды промышленностью и сельским хозяйством (Alcamo, Henrichs and Rösch, 2000). Тем не менее между отдельными регионами могут быть существенные различия. Есть регионы, где нагрузка на водные ресурсы останется высокой из-за малого количества осадков, высокой плотности населения и промышленной деятельности.

Пресноводные экосистемы европейского региона – будь то реки, озёра, водохранилища или подземные воды – пострадали от интенсивной комплексной эксплуатации, деградации местообитаний и растущего загрязнения, на что указывает и то что, несмотря на снижение индекса эксплуатации водных ресурсов (ИЭВР) за последние 15 лет, более половины населения ЕС, особенно в районах Средиземного и Северного морей, живёт в странах с водным стрессом[29] (Bostock *et al.*, 2008a). Сильное загрязнение крупных рек Западной Европы, например, Рейна, значительно уменьшилось с 1980 года, что объясняется главным образом снижением выпуска органических веществ и фосфора из крупных точечных источников (EEA, 2000; UNEP, 2004[30]; EEA, 2005) вследствие применения более строгих норм по выпуску питательных веществ. Между 1992 и 2002 годами уровни $БПК_5$, общего аммония и ортофосфатов в реках и озёрах Восточной Европы значительно снизились, тогда как концентрации нитрата мало изменились с 1980 года. По всей видимости, меньшее потребление азотных удобрений в сельском хозяйстве не привело к меньшим уровням нитрата. Существуют даже небольшие реки с очень высокими концентрациями, что, вероятно, показывает воздействие сельского хозяйства (EEA, 2000). В 2000 году 14 европейских стран имели реки с уровнями нитрата, превышающими значение, установленное Директивой ЕС по питьевой воде (European Commission, 1998), целью которой является обеспечение безопасности воды, поступающей в систему общественного водоснабжения. Предельно допустимые концентрации, предписанные данной директивой, были превышены в реках пяти стран.

Ситуация ещё хуже в случае запасов подземных вод. Во многих подземных водах Европы, по которым имеются данные, измерения концентрации нитрата дали результаты, превышающие уровень, установленный Директивой по питьевой воде. Некоторые национальные инициативы достигли успехов в снижении выпуска питательных веществ с сельскохозяйственных хозяйств, в отдельных случаях они также применялись в аквакультуре, как, например, Датский национальный план управления нитратами. Однако Ниммо-Смит и другие (Nimmo-Smith *et al.*, 2007) пришли к выводу, что, несмотря на значительные изменения в методах ведения хозяйства, их воздействие на качество воды было минимальным. Данные EEA, по всей видимости, показывают аналогичную картину во всей Европе, где поверхностные воды по-прежнему содержат значительно повышенные концентрации нитратов; с другой стороны, в большинстве рек Швейцарии наблюдается снижение концентраций нитрата (UNEP, 2007). Возвращение отдельных экземпляров таких эмблематичных видов, как атлантический лосось, в крупные реки Западной Европы, в том числе, его недавнее появление во Франции, в реке Сене, в 2009 году, может восприниматься как ободряющий знак восстановления качества воды в пресноводных речных системах. Ожидается, что полное применение Рамочной директивы по воде государствами-членами ЕС приведёт к значительному улучшению к 2015 году.

---

[29] ИЭВР: процентное отношение забора воды к среднемноголетним возобновляющимся ресурсам. Страны с водным стрессом определяются как страны, в которых ИЭВР превышает 20 процентов, а страны с высоким водным стрессом – где ИЭВР превышает 40 процентов. Цитирует: Bostock *et al.* (2008a). Метод расчёта см.: http:/themes.eea.europa.eu/Specific_media/water/indicators/WQ01c,2004.05/WQ1_WaterExploitationIndex_130504.pdf.

[30] www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater_europe/rhine.php

Улучшения в выпуске питательных веществ были менее значительны в Южной и Центральной Европе. Нагрузки азота и фосфора в Дунае еле уменьшились с 1990 года, а в Российской Федерации и Украине, двух наиболее индустриализованных странах бывшего Советского Союза, сброс загрязнённых вод в реки даже значительно вырос во второй половине 1980-х годов, несмотря на масштабную кампанию по очистке рек Волги и Урала, начавшуюся уже в 1972 году. Согласно ЕЭК ООН (UNECE, 2002), в переходный период 1990-х годов ситуация стала ещё хуже. В странах-кандидатах в члены ЕС, сельскохозяйственная деятельность, как правило, менее активна, однако имеется несколько регионов с высокими уровнями нитратов (EEA, 1999a). Загрязнение водоносных слоёв также является серьёзной проблемой во всём регионе, что связано главным образом с нитратами и пестицидами из сельского хозяйства (OECD, 1999). В 1999 году в одной только Российской Федерации более 2 700 водоносных пластов были идентифицированы как загрязнённые, свыше 80 процентов которых располагаются к западу от Уральских гор (State Committee of the Russian Federation for Environmental Protection 2000; цитируется по UNECE, 2002). В озёрах, имевших высокие уровни фосфора в начале 1980-х годов, сегодня отмечаются более низкие концентрации. Это снижение объясняется главным образом меньшими выпусками из крупных точечных источников вследствие лучшей очистки сточных вод и использования моющих средств, не содержащих фосфора (EEA, 1999b; 2000).

Что касается химических загрязнителей, ситуация во многих географических регионах по-прежнему может расцениваться как серьёзная или критическая, что показывает и высокий уровень загрязнения европейского угря полихлорированными бифенилами (ПХБ). Данные загрязнители, воздействующие на критически важные биологические функции (Thillart *et al.*, 2005), считаются одной из причин спада численности природных популяций угря (Palstra *et al.*, 2006). Они также представляют собой риск для человеческого здоровья, вследствие чего стали причиной запрета местными властями потребления и реализации всех видов рыб реки Роны (Франция) от Лиона до Средиземного моря, в 2005 году, после обнаружения в дикой речной рыбе уровней ПХБ, превышающих предельно допустимые уровни для продовольственных продуктов. В настоящее время, в рамках национального плана борьбы с ПХБ, проводится национальное исследование по уровням ПХБ в крови потребителей рыбы, организованное AFFSA, Французским агентством по санитарному контролю продуктов питания (Merlo *et al.*, 2009).

Морские воды

Несмотря на то что качество большинства прибрежных экосистем представляется подходящим для ведения аквакультуры, часть их подвержена воздействию природных явлений или антропогенных изменений. На них влияют как глобальные процессы изменения климата и динамики океана, так и различные формы сухопутной и морской деятельности более местного значения. Даже при исключительной разбавляющей способности океанической циркуляции, качество прибрежных вод – где осуществляется большая часть морской аквакультуры – в некоторых незащищённых прибрежных зонах зависит от поверхностного стока с континентальных водосборных площадей, а также других форм морской деятельности человека (навигации, сброса отходов, добычи полезных ископаемых, в том числе, нефти, промысловой и аквакультурной эксплуатации, урбанизации и туризма). За последнее десятилетие различные регионы Европы стали свидетелями значительных изменений в морфологии берегов, увеличения частоты и интенсивности прибрежных наводнений, потери ледяного покрова, ухудшения качества воды, а также снижения биологического разнообразия, биоресурсов и культурных ландшафтов в результате изменения климата и социально-экономических условий в прибрежной зоне. Имеются ранние признаки структурных изменений в трофических цепях морских и прибрежных экосистем Европы, на что указывают потеря ключевых видов, замена ключевых планктонных видов на большие концентрации других, а также распространение инвазивных видов, вызванное обширной человеческой деятельностью.

Европейские усилия по очистке поверхностных вод, как правило, благотворно влияют на прибрежные воды, в том числе на важнейшие моллюсковые банки. Подобные воздействия включают в себя иногда десятикратное или большее снижение выпуска патогенов, органического вещества, азота и фосфора в прибрежные воды лиманов (EEA, 2005). Данный эффект является более

выраженным в Северо-Западной Европе и менее явным – в Средиземноморье. Тем не менее обогащение питательными веществами является распространённой проблемой загрязнения прибрежных вод, особенно в изолированных заливах и эстуариях. В 1998 году около 90 процентов прибрежных и морских биотопов Балтийского моря были подвержены риску потери площадей или снижения качества вследствие эвтрофикации, загрязнения, рыбного хозяйства и человеческих поселений. Основными причинами эвтрофикации считаются сельское хозяйство, урбанизация и атмосферные осадки. Как показано в оценке Хельсинкской комиссии за 2003 год, экологическое законодательство и ряд новых мер в регионе привели к некоторому улучшению. Вследствие действий, предпринятых странами Балтики, выпуск фосфора значительно снизился, но в большинстве прибрежных зон эвтрофикация по-прежнему остаётся проблемой, требующей срочного решения (Lääne, Kraav and Titova, 2005).

Эвтрофикация может вызвать изменения в морских популяциях и сообществах фитопланктона, а также значительную деградацию ключевых местообитаний, например, лугов морских трав. В регионе Северо-Восточной Атлантики (на атлантическом побережье Европы, в Средиземном и Чёрном морях), согласно Конвенции по защите водной среды в северо-западной части Атлантического океана (Конвенции «OSPAR»)[31], проводится периодический мониторинг качества морских вод, а результаты публикуются Секретариатом OSPAR. Последний анализ данных 351 станции[32] данной сети позволяет оценить изменения уровней питательных веществ в прибрежных зонах в течение прошедших пяти лет. Наивысшие зимние концентрации окислённого азота и ортофосфата отмечались в прибрежных зонах и эстуариях. На 12 процентах станций наблюдалась снижающаяся тенденция в концентрациях окислённого азота, на 3 процентах – растущая, а на большинстве (85 процентах) станций не было отмечено статистически значимых изменений. На 11 процентах станций, приславших свои отчёты ЕЕА в 2005 году, наблюдалась снижающаяся тенденция в концентрациях ортофосфата, на 7 процентах концентрация росла, а на большинстве (82 процентах) станций, как и в случае окислённого азота, в концентрациях ортофосфата не было статистически значимых изменений.

Измерения концентраций фосфора и азота в прибрежных водах Нидерландов показывают их снижение начиная с 1991 года, в соответствии со снижением нагрузок в реке Рейн. В Дании, где уменьшение выпусков началось ранее всех, нагрузка азота в морях вокруг берегов страны снизилась на 40 процентов с 1989 года. В некоторых регионах, например, в Средиземном море, сохраняются давно существующие «горячие точки» эвтрофикации, такие как район Венеции в Адриатическом море или Лионский залив. Другие такие точки встречаются в Балтийском и Чёрном морях, Большом и Малом Бельтах, Каттегате, норвежских фьордах, Ваттовом море (части Северного моря) или вдоль берегов Бретани во Франции (Вставка 6).

В Бискайском заливе наблюдаются сезонные повышения уровней нитрата в более удалённых от берега зонах (до изобаты 100 м) вследствие притока речной воды (Loyer *et al.*, 2006). Прибрежная эвтрофикация может стать причиной взрывообразного роста численности токсичных видов фитопланктона, – например, «красных приливов» – а изменения относительного количества различных питательных веществ могут стимулировать рост ядовитых или других вредных водорослей. Токсины могут накапливаться в моллюсках, причиняя отравление людей, потребляющих последних (GESAMP, 2001).

[31] www.ospar.org/

[32] CSI 021 - Nutrients in transitional, coastal and marine waters (Питательные вещества в переходных, прибрежных и морских водах – Оценка, опубликованная в январе 2009 года)

Вставка 6. Растущая частота прибрежных «зелёных приливов» и их опасность для человеческого здоровья в Бретани (Франция)

Давно наблюдаемое, но всё более часто встречающееся явление «зелёных приливов» вдоль берегов Бретани, с массовым размножением вида *Ulva lactuca*, вызванным водами, богатыми питательными веществами, протекающими через регион с сильно развитым интенсивным сельским хозяйством и скапливающимися в мелководных заливах, в 2009 году достигло критического уровня с потенциальными драматическими последствиями. Внезапные смерти животных, в том числе, одной лошади, а также почти летальный исход для человека, собирающего разлагающиеся водоросли на берегу, были признаны последствием острой токсичности гниющих на берегах водорослей. Согласно французскому Национальному институту по изучению промышленной среды и рисков, экстремально высокие концентрации H_2S (до 1000 ppm), отмеченные на месте непосредственно после данного случая, могут причинить смерть за несколько минут (INERIS, 2009)[33].

В целях обеспечения безопасности потребления моллюсков и гарантирования их микробиологического качества через деятельность государственных ветеринарных учреждений, страны европейского континента давно создали подходящие сети и процедуры надзора, а также разработали кажущиеся эффективными процедуры очистки. Вдоль берегов Европы, среди прочих опасностей, наблюдается рост частоты эпизодов токсичного цветения воды, вызванных, вероятно, обогащением прибрежных вод питательными веществами в некоторых областях вследствие притока питательных веществ с водой рек (Dussauze and Menesguen, 2008)[34], что зачастую имеет прямые воздействия на продовольственную безопасность моллюсков. Цветение воды имеет отношение к эпизодам диаретического отравления моллюсками (DSP, главным образом связанного с видами *Dinophysis*), паралитического отравления моллюсками (PSP, главным образом связанного с видами *Alexandrium*) и амнезического отравления моллюсками (ASP, вызванного видами *Pseudonitzschia*). Все они влияют, в первую очередь, на мидий, гребешки и другие двустворчатые моллюски (более редко на устриц). Эти эпизоды документируются национальными и международными сетями надзора и обмена информацией, такими как Межправительственная океанографическая комиссия ЮНЕСКО (Межправительственная группа по вредоносному цветению водорослей – IPHAB)[35] и Европейская инициатива по вредоносному цветению водорослей (Eurohab; EC, 2002b).

Доказано, что стандартизированная процедура так называемой «биопробы на мышах», утверждённая ЕС и применяющаяся в большинстве стран для подтверждения отсутствия токсичности, может эффективно использоваться для выявления большей части случаев, когда моллюски представляют потенциальную опасность для человеческого здоровья. Однако характерной и очень неудобной чертой данного метода является относительно высокий процент «фальшивых положительных» проб, убивающих мышей, но не содержащих токсина (Hess, 2009). Это, в частности, наносит критичный вред некоторым бассейнам, где выращиваются устрицы, вдоль атлантического побережья Франции (являющегося одним из важнейших регионов моллюсководства в Европе), в которых административные власти часто приказывают прервать облов или торговлю на основе результатов биологических проб. Это привело к критической ситуации в 2008 и 2009 годах. Потребность в разработке новых химических проб, заверенных ЕС, кажется исключительно срочной.

Хотя имеется мало задокументированных и убедительных доказательств, ясно, что ряд человеческих форм деятельности может содействовать распространению инвазивных видов (включая, например, микроорганизмы, водные растения или беспозвоночных). При активной перевозке живых моллюсков на различных стадиях жизненного цикла между европейскими регионами производства, вероятно, следует обращать больше внимания на биологическую безопасность и прозрачность. На другом уровне риска, экологические воздействия сброса балластных вод судами требуют больше

[33] www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Texte_Rapport_INERIS_DRC-09-108407-10226A_algues-OK_web_cle222817.pdf
[34] www.previmer.org/previsions/production_primaire/modele_eco_mars3d_bretagne
[35] www.ioc-unesco.org/hab

международного внимания (Masson, 2003) и привели к заключению Международной конвенции по управлению балластными водами[36] в 2004 году. Три миллиарда тонн воды, перевозимые ежегодно из одной части мира в другую и там выпускаемые, вместе с ежедневно перевозимыми 7 000 видов живых организмов (David and Percovic, 2004), создают значительный риск распространения инвазивных, вредоносных или патогенных видов: бактерий, микроводорослей, моллюсков, червей, ракообразных или даже рыб (Gollasch *et al.*, 2007).

Загрязнение донных отложений и живых организмов антропогенными химическими веществами, такими как стойкие органические загрязнители (СОЗ), кажется распространённым почти во всех морях Европы. Средние уровни некоторых металлов (ртуть) и органических загрязнителей в тканях рыб (трески и камбалы), пойманных в водах Северо-Восточной Атлантики вблизи Европы, показывают очень значительное снижение за последние 15 лет. Уровни линдана также уменьшаются, тогда как в случае свинца, инсектицида ДДТ (дихлордифенил-трихлорэтана) и ПХБ тенденции являются менее однозначными (EEA, 2003). Хельсинкская комиссия отмечала высокие концентрации диоксинов в тканях рыб Балтийского моря (HELCOM, 1996). Также был доказан высокий уровень загрязнения СОЗ среди коренного населения Арктики, в том числе, в регионе Северной Атлантики (UNEP/GPA, 2006).

В числе недавних инициатив, направленных на реформирование всеевропейского процесса оценки окружающей среды для улучшения качества и доступности информации по окружающей среде европейского региона, можно выделить инициативу ЕС по созданию Общей системы экологической информации (SEIS)[37], являющейся результатом совместных действий Европейской комиссии, Европейского агентства по окружающей среде и государств-членов (European Commission, 2008d). Она обеспечивает информационные услуги в режиме онлайн, современную систему экологической отчётности (Информационная система по докладам по окружающей среде в странах EEA - SERIS)[38], и опыт ООН в подготовке оценки оценок состояния морской окружающей среды[39].

5.*1.1.2 Изменение климата*

Средняя мировая температура повысилась на 0,74 °C и 11 лет последнего периода (1995–2006) входят в число 12 наиболее тёплых годов с 1850 года (IPCC, 2007; ICES, 2008b). Средний уровень вод Мирового океана увеличивается с 1961 года со средней скоростью 1,8 мм в год, но с 1993 года, вследствие таяния ледников, ледяных шапок и полярных ледяных щитов, эта скорость почти удвоилась (3,1 мм/год). Последние данные подтверждают, что верхние слои Северной Атлантики и северных морей в 2008 году были более тёплыми и солёными, чем средние значения за много лет. Ледяной покров Балтийского моря был наименьшим за всю историю наблюдений. В северных морях зимняя конвекция поверхностных слоёв, наблюдаемая в течение последних двух десятилетий, продолжалась и в 2008 году, способствуя нагреванию и повышению солёности глубинных слоёв (Holliday *et al*., 2009).

Наблюдения со всех континентов и большинства океанов показывают, что многие естественные системы, включая водные, подвержены влиянию региональных изменений климата, в частности, повышения температуры (ICES, 2006, 2008a, 2008b; FAO, 2008; Cochrane *et al*., 2009). Европейский регион представляет собой обширную географическую область, простирающуюся от субарктических регионов до Средиземного моря, и характеризуется разнообразием климатических условий, определяемых полярными, континентальными и океаническими влияниями. Изменения очень заметны в Северном полушарии, где, начиная с 1978 года, средняя площадь арктических льдов уменьшается со скоростью 2,7 процента в десятилетие.

---

[36] www.imo.org
[37] www.eea.europa.eu/aboutus/ what/shared-environmental-information-system
[38] www.eionet.europa.eu/seris
[39] www.unga-regular-process.org/

Начиная с 1960-х годов, во многих озёрах отмечалось умеренное или сильное потепление. Повышение температуры может привести к более выраженной, ранней и долгой стратификации озёр и водохранилищ, а также, вследствие ограниченности или отсутствия сезонного перемешивания воды, к большей степени обескислороживания (т.е. гипоксии) донных слоёв. Наблюдаются изменения в солёности океанов, главным образом повышение минерализации поверхностных слоёв воды в регионах с наибольшей интенсивностью испарения, а также понижение солёности на больших широтах вследствие большего количества осадков и поверхностного стока, таяния льдов и адвекции. Несмотря на то что невозможно однозначно определить чистое изменение закономерностей апвеллинга в океанах, имеются признаки сдвигов в его сезонных колебаниях (FAO, 2008). На территории европейского шельфа в течение 40 лет наблюдается смещение ареала некоторых сообществ планктонных ракообразных, при котором тепловодные виды распространяются на север, а количество холодноводных уменьшается (ICES 2005a; Tasker, 2008), что, вероятно, влияет на распространение некоторых видов рыб и их уловы. Описанное смещение к северу ареала ряда морских видов рыб (трески, удильщиков, пикши или барабулек) может быть приписано этим изменениям, хотя не исключаются комплексные взаимоотношения с другими факторами.

В настоящее время имеется лишь несколько задокументированных случаев, показывающих заметное воздействие глобального потепления на европейскую аквакультуру в последние годы. Тем не менее, в отличие от большинства сухопутных животных, все виды водных животных, потребляемых человеком, являются пойкилотермными, что означает, что температура их тела меняется в зависимости от окружающей температуры. Любые изменения в температуре их местообитаний значительно влияют на их метаболизм, а соответственно, на скорость их роста, общую продукцию, сезонный цикл воспроизводства и, возможно, его эффективность, а также чувствительность к заболеваниям и токсинам (FAO, 2008). После аномально тёплых периодов было отмечено постепенное распространение некоторых беспозвоночных видов в новые, более северные зоны вследствие их спонтанного естественного размножения в местах вне их привычного ареала. Это случилось и с гигантской устрицей (*Crassostrea gigas)*, в настоящее время естественно размножающейся во всех регионах Европы, где она была интродуцирована в целях аквакультуры.

Продлённые периоды размножения отмечаются вдоль берегов Бельгии и Великобритании, в водах Нидерландов и Германии (Smaal *et al*., 2005), а также вдоль западного берега Швеции, где *C. gigas* появилась после ряда мягких зим в 1990-х и начале 2000-х годов (Diedrich *et.al*., 2005; Gollasch *et al.*, 2007). В Ваттовом море численность *C. gigas* значительно выросла после 2000 года, причинив частичное исчезновение банок съедобной мидии (*Mytilus edulis*) в приливной зоне и, в то же время, создав новые устричные рифы с приблизительно таким же разнообразием сопровождающей фауны. Это увеличение численности гигантской устрицы находится в тесном взаимоотношении с температурами воды выше средних в июле-августе этих годов, которые улучшили успешность прикрепления спата (Nehls *et al.*, 2006; Nehls and Büttger, 2007). У интродуцированного японского петушка (*Ruditapes philippinarum*) также сформировались акклиматизировавшиеся, естественно размножающиеся дикие стада, в настоящее время уже подвергающиеся промысловой эксплуатации на местном уровне, особенно в заливе Морбиан (Южная Бретань, Франция) и Южной Англии (Jensen *et al.*, 2004).

Из комбинации множества факторов (экологических воздействий, воспроизводства, стресса, генетики и патогенов), объясняющих рост смертности молоди устриц, известной под названием «летняя смертность», вдоль берегов Франции, не могут быть исключены и высокие температуры в критический период размножения (Samain and McCombie, 2007). Океаны также становятся более кислыми, с вероятными отрицательными последствиями для многих коралловых рифов и прочих организмов, содержащих кальций. Поглощение антропогенного углерода с 1750 года привело к окислению океана и снижению pH на 0,1 единицы. Растущие атмосферные концентрации ведут к дальнейшему окислению. Прогнозы, основанные на специальных докладах по эмиссионным сценариям (SRES) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), оценивают снижение среднего pH поверхности Мирового океана за XXI век между 0,14 и 0,35. Хотя наблюдаемые эффекты ещё не документированы, ожидается, что постепенное окисление будет иметь отрицательное воздействие на морские организмы, имеющие раковины (Fabry *et al.*, 2008; Doney *et*

al., 2009). Таким образом, текущее окисление океана может причинить большому числу морских организмов и основанным на них трофическим сетям, приводя к деградации целых морских экосистем (Cooley and Doney, 2009). Лабораторные исследования указывают на то, что моллюски, в том числе, виды, поддерживающие ценный морской промысел, такие как мидии и устрицы (Gazeau *et al.,* 2007), и особенно их молодь (Kurihara *et al.,* 2007, 2009) особенно чувствительны к этим изменениям. Существует мало сомнений, что прогнозируемое среднесрочное или долгосрочное изменение климата, при котором, согласно прогнозу, температура на больших широтах вырастет в большей мере, чем в экваториальной зоне (Handisyde *et al.,* 2006), значительно повлияет на аквакультурную деятельность европейского континента (Lorentzen and Hanneson, 2006; Lorentzen , 2008).

5.*1.1.3 Воздействие аквакультуры на окружающую среду*

Аквакультура сильно зависит от воды, в которой объекты выращивания живут, дышат, размножаются, растут и в которую они выделяют отходы своего метаболизма. Таким образом, она является активным пользователем водных ресурсов и воздействует на изменение качества последних (Bostock *et al.,* 2008a). Относительно недавнее развитие аквакультуры (по сравнению с другими формами первичной продукции) в областях, где окружающая среда иногда была серьёзно затронута другими формами человеческой деятельности, вызывает вопросы со стороны общественности относительно способности экосистем «перенести ещё больше». Поэтому сектор должен найти своё место в окружающей среде в условиях жёсткой конкуренции с другими пользователями площадей и воды, чтобы обеспечивать продукцию, пользующуюся большим спросом на всём окружающем европейском рынке. Как и в других регионах мира, вся аквакультура в Европе, «естественно», воздействует на окружающую среду. Вся аквакультурная деятельность включает в себя определённые вмешательства в процесс выращивания, такие как регулярное зарыбление, кормление, защиту от хищников и т.д., однако вследствие разнообразия методов, между ними существуют значительные различия (GESAMP, 2008). Развитие аквакультурной деятельности в водных экосистемах также подразумевает индивидуальное или корпоративное владение выращиваемыми стадами (IUCN, 2007), как и в других формах сельскохозяйственного производства.

Кодекс ведения ответственного рыбного хозяйства ФАО призывает правительства и заинтересованных партнёров содействовать экологической оценке аквакультуры и управлению ею (FAO, 1995). В Европейском Союзе постепенное осуществление уже упоминавшейся Директивы Европейской комиссии об *Основах защиты водных ресурсов и управления ими в Европейском сообществе* (Рамочной директивы по воде; European Commission, 2000a), направленной на предотвращение и уменьшение загрязнения водных ресурсов и содействие их устойчивому использованию, оказало значительное влияние на снижение выпуска питательных веществ в окружающую среду вследствие аквакультурной деятельности.

Были опубликованы обширные обзоры взаимоотношений аквакультуры и окружающей среды в европейском регионе, такие как отчёты рабочих групп ИКЕС (ICES, 2002–2009), а также обзоры Блэка (Black, 2001), Фернандеса и других (Fernandes *et al.,* 2002), Рида и Фернандеса (Read and Fernandes, 2003), OSPAR (2000b, 2006a, 2006b, 2009b) и Телфера, Эткина и Корнера (Telfer, Atkin and Corner, 2009). Процессы аквакультурной отрасли очень разнообразны, а её контроль и воздействия, требующие регуляции, зависят главным образом от конкретных мест, поэтому их зачастую необходимо рассматривать индивидуально (OSPAR, 2009b). Из воздействий, требующих внимания, были изучены следующие: обогащение питательными веществами за счёт кормов, сбросные воды с потенциальным, если и маловероятным, влиянием на цветение воды (Yin, Harrison and Black, 2008), выпуск противообрастающих материалов, химикатов и антибиотиков, зависимость кормления рыб в аквакультуре от промысловых уловов диких рыб, передача паразитов и болезней, воздействие химикатов и терапевтических препаратов на бентос и биоразнообразие, распространение инвазивных видов, экологические конфликты с естественными популяциями птиц и млекопитающих, экологические и генетические взаимодействия между выращиваемыми рыбами, попадающими в естественные условия, и дикими стадами. Согласно МСОП (IUCN, 2007), лучшее понимание процессов, эффективное размещение производственных хозяйств и ответственное управление ими могут свести к минимуму многие отрицательные последствия и помочь в их управлении. В своём

совместном труде по выбору мест для хозяйств и управлению ими (IUCN, 2009), МСОП и FEAP установили, что одной из главных проблем развития аквакультуры является её недостаточная общественная приемлемость. Наблюдения показывают, что во многих случаях причиной протестов со стороны местных групп является недостаточная коммуникация между ними и сторонами, поддерживающими аквакультуру. Поэтому выбор участков для аквакультуры должен осуществляться согласно принципам экосистемного подхода, включающего в себя, среди прочего, участие заинтересованных сторон в любом проекте с самого его начала (понимая под заинтересованными сторонами все группы, пользующиеся тем же участком моря/берега) (Simard *et al.*, 2008).

Отдельные методы аквакультуры, помимо их важности с точки зрения экономики и занятости, благотворно влияют на окружающую среду (European Commission, 2009b), в частности, благодаря их воздействию на защиту водно-болотных угодий и прибрежных зон, а также их биологического разнообразия. Большинство систем производства обеспечивает местному населению важные социально-экономические преимущества, поддерживая деятельность в некоторых районах в течение всего года и создавая значительные экономические ресурсы и рабочие места. Пресноводная аквакультура в прудах и водохранилищах Центральной и Восточной Европы способствует повышению ценности водно-болотных угодий, снижающих нагрузку на окружающую среду, а также регулированию водных ресурсов при относительно малом экологическом воздействии. Её буферная ёмкость, повышая время пребывания воды вследствие относительно сниженных/малых потерь из-за испарения или инфильтрации, обеспечивает интересные возможности для гидрологического менеджмента. Например, в Венгрии, где прудовая аквакультура карпа осуществляется в синергии с защитой природы и биологической очисткой воды, многие прудовые хозяйства участвуют в «программах охраны окружающей среды в сельском хозяйстве», а многие другие являются важными природоохранными зонами или местами отдыха (Telfer, Atkin and Corner, 2009).

Чрезмерное обогащение Мирового океана питательными веществами – в результате самых разных форм человеческой деятельности – по-видимому, является одной из важнейших мировых экологических проблем (UNEP/GPA, 2006). Умеренная эвтрофикация олиготрофных морей не всегда может считаться отрицательным явлением, примером чего могут быть некоторые районы Средиземного моря, где увеличение промысловых уловов некоторых рыб, согласно предположениям, было связано с повышением выпуска питательных веществ (GESAMP, 2001; Machias *et al.*, 2004). Тем не менее отсутствие баланса в соотношении питательных веществ может вызвать изменения всей структуры или функционирования экосистемы. Подобные воздействия, как правило, имеют наиболее серьёзные последствия в местах с плохим водообменом, как видно по примеру Балтийского моря, являющегося одной из «горячих точек» эвтрофикации в европейском регионе.

Как морское рыбоводство, так и моллюсководство производит значительные объёмы органических отходов, которые, в защищённых местах, скапливаются на близлежащих участках дна. Тем не менее, в зависимости от разнообразия объектов выращивания, расположения данного участка и применяемых методов, существуют значительные различия. Виды, расположенные на нижних трофических уровнях, как, например, моллюски, питаются естественной продукцией экосистемы и потому имеют значительно меньшее отрицательное воздействие на обогащение окружающей среды питательными веществами (Fernandes *et al.*, 2002). Несмотря на это, данная деятельность влияет на окружающую среду (Kaiser, Laing and Burnell, 1998), и интенсификация моллюсководства в некоторых регионах имеет последствия на донные отложения, которые, в местах интенсивной аквакультуры, изменяются за счёт биоотложений. Если рассматривается вопрос о расширении моллюсководства в каком-либо бассейне, необходимо оценить трофический потенциал последнего (Bacher and Black, 2008) для планирования и регулирования режимов эксплуатации и плотностей посадки. Выращиваемые виды моллюсков также свободно размножаются и выпускают большое количество потомства, которое может колонизировать новые прибрежные зоны с искусственными рифами. С другой стороны, интенсивное выращивание видов, занимающих верхние уровни трофической цепи, таких как хищные пресноводные и морские рыбы, происходящее, как правило, в продолговатых бассейнах, садках и прудах, подразумевает снабжение качественными комбикормами (используя ограниченное количество продуктов рыбного промысла), а также выпускает в окружающую среду значительные количества органических и неорганических питательных веществ,

либо в растворённом виде, либо в форме взвешенных частиц. Вследствие этого, поиск возможностей экономии (кормовых) ресурсов, а также снижение количества отходов и их переработка являются всеобщей проблемой. Сбросные воды могут способствовать усилению эффектов эвтрофикации. В целом, поток питательных веществ, сбрасываемых с рыбных хозяйств в прибрежные воды, является небольшим по сравнению с естественными потоками, возникающими вследствие адвекции прибрежных вод. Исследования показали, что привнесение питательных веществ с водой рек само по себе имеет отношение к разрастанию макрофитов (Menesguen, Cugier and Leblond, 2006; Dussauze and Menesguen, 2008). Однако дополнительные воздействия аквакультурных хозяйств на прибрежную зону могут привести к ощутимым последствиям, особенно в местах с плохим водообменом или высокой степенью других видов антропогенного загрязнения. При наличии некоторых особых условий рыбные хозяйства могут способствовать возникновению эпизодов цветения воды, однако вероятность подобного риска мала (Yin, Harrison and Black, 2008).

В зависимости от гидрографических и батиметрических условий, масштаба и интенсивности деятельности производственных единиц, донная аккумуляция взвешенных частиц из садков может влиять на плотность (небольшое снижение биомассы мейофауны) и разнообразие (снижение видового разнообразия) бентических сообществ в непосредственной близости от садковых производственных участков (Black and Cromey, 2008). В большинстве случаев донная среда восстанавливается по прошествии от нескольких месяцев до нескольких лет после прекращения аквакультурной деятельности. Оседание взвешенных частиц также может потенциально повлиять на донный покров водорослей, таких как *Laminaria* (Petrell, Harrison and Black, 2008). С другой стороны, сооружения для морского рыбоводства также привлекают окружающую фауну вследствие местного обогащения пищей и эффекта рыбоконцентрирующих устройств, что может положительно сказаться на улучшении местной продуктивности и, как следствие, рыбных запасов. Эффект концентрации рыб должен рассматриваться как элемент управления хозяйством (IUCN, 2007), не упуская из виду ни его положительные (любительское рыболовство), ни отрицательные воздействия (скрещивание или возможное распространение болезней).

В снижении воздействий аквакультурного производства, бесспорно, могут помочь инновационные технологии, в том числе, установки замкнутого водоснабжения (УЗВ), по которым в Европе ведутся интенсивные и активные научные исследования (Schneider *et al*., 2005). Данная технология позволяет использовать водные ресурсы для аквакультуры с большей эффективностью (Verdegem, Bosma and Verreth, 2006). Сравнивая с традиционными системами, УЗВ, при том же водозаборе, может поддерживать десятикратное или даже большее производство (Summerfelt and Vinci, 2004), а технология очистки сточных вод позволяет достичь отличного качества сбрасываемой воды. Тем не менее данная технология всё ещё даёт лишь очень малую часть аквакультурной продукции Европы и имеет значение главным образом в пресноводной аквакультуре Нидерландов и Дании. Применение хорошо управляемых технологий повторного использования воды на крупных форелеводных хозяйствах Дании (Jokumsen, 2004) доказало их способность к удовлетворению новых законодательных требований посредством использования систем, успешно рециркулирующих и очищающих воду. Однако на многих традиционных хозяйствах их внедрение представляется сложным или даже неосуществимым. В Нидерландах была создана эффективная отрасль производства угря и африканского сома в биологически безопасных установках замкнутого водоснабжения (European Commission, 2005b); также разрабатываются проекты по тиляпии.

Использование данных методов в морских водах является более сложным и требует хорошо разработанной технологии. В настоящее время большинство европейских морских рыбопитомников применяют методы рециркуляции. Они используются во многих европейских инкубационных цехах и многие виды морских рыб, такие как тюрбо, лаврак или морской язык, уже производятся в проектах экспериментального или прединдустриального масштаба. Однако, как отмечают Сото, Агилар-Манхаррес и Хишамунда (Soto, Aguilar-Manjarrez and Hishamunda, 2008), основным препятствием для введения установок замкнутого водоснабжения является их стоимость. По этой причине ограниченные истории успеха до сих пор достигались компаниями, производящими ценную морскую рыбную продукцию, либо рыб, чьи характеристики позволяют их содержание при очень высоких плотностях посадки (главным образом тиляпию или африканского сома). Тем не менее

законодательство по окружающей среде может побудить основных производителей к более внимательному рассмотрению возможностей УЗВ, как это произошло в Дании.

Марикультура в отдалении от берегов рассматривается как потенциальное средство для крупномасштабного устойчивого рыбоводства и моллюсководства при минимальном воздействии на окружающую среду. Участки вдали от берегов, как правило, имеют более стабильную температуру воды, лучший водообмен, меньшую загрязнённость и меньшую вероятность инфекций, чем в прибрежных зонах, а также меньше конфликтов с потребителями и меньшую необходимость в техническом обслуживании, поскольку оборудование является более массивным, чтобы выдерживать морские шторма. Несмотря на то что, благодаря лучшему водообмену и более эффективному вымыванию отходов (Christensen, 2000), экологические воздействия марикультуры, отдалённой от берегов, считаются намного меньшими, чем в случае прибрежной марикультуры, есть сомнения в её биологической безопасности. Остаются вопросы относительно необходимых мер по предотвращению побегов рыб, а также размножения патогенных организмов и инвазивных чужеродных видов (OSPAR, 2009b).

Попадание выращиваемых «одомашненных» организмов в окружающую среду не должно считаться нейтральным для окружающей среды ни при каком режиме развития сельского хозяйства. Этот факт имеет существенное значение при рассмотрении выращивания видов в такой комплексной экосистеме как водная среда, где системы удержания рыб подвержены намного большему риску случайных побегов, чем в практике сухопутного сельского хозяйства. В 2007 году доля выращенного (на хозяйствах и в условиях пастбищного рыбоводства) лосося в уловах отдельных стран во всей зоне Северо-Восточной Атлантики была, как правило, низкой (в большинстве стран менее чем 2 процента). Эти данные близки к значениям, отмеченным ранее ИКЕС (Hansen, Jacobsen and Lund, 1999). Однако эти экземпляры обычно не принимаются во внимание при оценках состояния национальных запасов. В водах Норвегии искусственно выращенный лосось по-прежнему составляет значительную часть уловов в прибрежном (в 2007 году 29 процентов) и фьордовом рыболовстве (в 2007 году 30 процентов), а также ужении (в 2007 году 9 процентов), тогда как средняя доля выращенного лосося в нерестовых стадах в 2007 году составила 14 процентов. Главными рисками, связанными с побегами рыб, могут быть вытеснение диких рыб, потери продукции и прямое генетическое вторжение. Генетическое воздействие сбежавших с хозяйств экземпляров на биологическое разнообразие, в том числе, на способность природных популяций к восстановлению после интрогрессии генов выращиваемых животных, требует дальнейших исследований (Youngson *et al.*, 2001; OSPAR, 2009b). Однако побеги и спонтанный нерест морских рыб в садках могут также привести к увеличению численности «одичавших» популяций и повлечь за собой взаимодействия с другими формами человеческой деятельности, как, например, в случае поедания дорадой выращиваемых моллюсков (см. Вставку 7).

Как видно, вопрос о предотвращении побегов рыб из аквакультуры считается серьёзной проблемой в водах Европы. В Норвегии и Шотландии фермеры обязаны заявлять правительству о побегах животных и иметь план чрезвычайных действий на случай подобных ситуаций. Тем не менее общие стандарты стран, выращивающих лосося, по удержанию рыб являются неудовлетворительными. Интерес к совместным действиям отрасли лососеводства и природоохранных организаций подтверждается выводами семинара, организованного НАСКО[40] и Контактной группой отрасли лососеводства Северной Атлантики в рамках Конференции «Аквакультура Европы» в Тронхейме (NASCO, NASFI and EAS, 2005). В связи с данной темой Директорат рыболовства Норвегии продвигает основательный подход к урегулированию вопроса о побегах, оценивая инженерные стандарты садковых структур и приняв амбициозную цель «новая перспектива – без побегов к 2008–2009 годам», которая была продлена на два года и будет оценена в конце 2009 года, когда будут рассмотрены различные этапы данной добровольной стратегии, направленные на предотвращение, оценку и смягчение последствий побегов (Norwegian Directorate of Fisheries, 2008). Эти стратегические меры имеют большое значение для будущего аквакультуры, если учесть новые виды

[40] Организация по сохранению лосося Северной Атлантики: www.nasco.int

морских рыб, размножающиеся в морской воде и, в случае побега, легко скрещивающиеся с естественными дикими популяциями. Они также могут достичь половой зрелости на этапе нагула и, соответственно, размножаться естественным путём в садках, выпуская личинок в прибрежную экосистему. Потенциальные последствия скрещивания и методология их оценки при выращивании трески обсуждаются у Дэвиса, Грейтхеда и Блэка (Davies, Greathead and Black, 2008).

Вставка 7. Воздействие садкового выращивания дорады и лаврака на мидиеводство в заливе Мали Стон (Хорватия)

Окрестности залива Мали Стон в Хорватии знамениты своим традиционным выращиванием аборигенной съедобной устрицы *Ostrea edulis* (300 лет задокументированной истории устрицеводства), а также, в последние 50 лет, выращиванием черноморской мидии. Несмотря на свои небольшие объёмы (4 000 тонн/год), моллюсководство играет важную роль в регионе как с социально-экономической точки зрения (около 150 малых предприятий и семейных хозяйств), так и с точки зрения экологического туризма. Двадцать лет назад в регионе начали выращивать лаврака и дораду. К нашим дням ежегодно производится 500 тонн этих рыб на пяти хозяйствах, два из которых находятся в близлежащей Федерации Боснии и Герцеговины.

Десять лет назад эти два вида, прежде всегда встречавшиеся в малых количествах, начали размножаться в естественных водах, что привело к сильному росту численности дорады за последние пять лет. Пополнение популяции за счёт молоди в дельте реки Неретвы с каждым годом становится всё больше, растут и уловы в близлежащих водах. Ежедневно наблюдается поедание выращиваемых мидий рыбами, что отрицательно сказывается на моллюсководстве. Причинённый вред в 2008 году был оценён в 1 000 тонн. Несмотря на то что крупнейшая хорватская страховая компания разработала схему страхования этих потерь, мало кто из традиционных моллюсководов пользуется ею.

В последние годы документировались и обсуждались причины размножения дорады, включая отчёты о побегах, изменения в процессе производства, сдвигающегося в сторону выращивания старших и более крупных рыб, которые могут созреть в садках и отнереститься, а также лучшую защиту нерестовых и выростных участков. Рыбные хозяйства, выращивающие трёх- и четырёхлетнюю дораду, сегодня функционируют как искусственные нерестилища (Glamuzina and Dulčić, 2008).

Постоянный рост аквакультуры дорады, наряду с изменениями, вызванными «процессом потепления», наблюдаемым в последнее время в Адриатическом море, вследствие которого теплолюбивые виды, такие как груперы, луфарь и другие виды спаровых, смещаются к северу (Glamuzina and Skaramuca, 1999; Dulčić *et al.*, 2005), обеспечивает местный рыбный промысел богатыми ресурсами, тогда как местные моллюсководы вынуждены принимать меры по защите своей продукции с помощью новых технологических средств, которые, в настоящее время, ещё не доступны.

Источник: Гламузина, личное сообщение, 2010

Узкое место снабжения кормовыми ингредиентами

Европейское рыбоводство первоначально развивалось для удовлетворения спроса со стороны развитых стран, главным образом потребителей из Европы или Северной Америки. Ловящиеся и традиционно потребляемые здесь виды часто являются хищными рыбами, представляющими собой преобладающее большинство эксплуатируемых рыбных запасов океанических экосистем. Производство таких хищных рыб в аквакультуре – вследствие их физиологических и обменных характеристик – требует специальных кормов, содержащих кормовые ингредиенты морского происхождения, в которых, для обеспечения единственного коммерчески жизнеспособного источника получаемых из кормов незаменимых омега-3 жирных кислот, неизбежно использование рыбной муки и рыбьих жиров. Как следствие, европейское рыбоводство, по сравнению с другими регионами, в большей мере опирается на комбикорма (Tacon, Hasan and Subasinghe, 2006) и использует значительные количества непищевой рыбы (87 процентов мирового улова в 2006 году). Мировые уловы непищевой рыбы, особенно мелких пелагических видов (анчоусов, сельди, скумбрии, сардин и т.д.), используемых главным образом для замены рыбной муки и рыбьего жира,

являются неизменными с 1970-х годов, однако их доля, используемая аквакультурой в качестве кормовых материалов, значительно выросла с 10 процентов в 1988 году, через 33 процента в 1997 году, до 87 процентов в 2006 году (Tacon, 2004; Tacon and Metian, 2009), за счёт количества, прежде использовавшегося как корм для цыплят, свиней и других животных. Статья Нэйлора и других (Naylor *et al.*, 2000), опираясь на данные 1997 года о мировых промысловых уловах и оценки их использования аквакультурной отраслью, подняла много вопросов как для отрасли, так и для научной общественности. По всей видимости, уловы непищевой рыбы не будут расти, а количество доступной рыбной муки и рыбьего жира, если останется на нынешнем уровне, само по себе не позволит достичь прогнозируемого роста мировой аквакультурной продукции. В то же время Такон и Метьян (Tacon and Metian, 2009) подчёркивают, что значительная часть данного ресурса могла бы лучше использоваться для прямого человеческого потребления в целях поддержания необходимого среднедушевого процента потребляемой дикой рыбы в рационе.

Экологические вопросы давно беспокоят европейских учёных, производителей комбикормов и предпринимателей в секторе аквакультуры. Стоимость кормов может составлять 40–70 процентов общей себестоимости, в зависимости от вида или системы. В целом, европейский профессиональный сектор чувствителен и озабочен как экологическими вопросами, так и наличием и растущей стоимостью рыбной муки и рыбьего жира, поскольку эти ингредиенты входят в список основных компонентов, обеспечивающих незаменимые аминокислоты, жирные кислоты и энергию, а также микроэлементы. В тенденциях, возникших в результате европейских НИОКР по кормлению объектов аквакультуры, был сделан большой прогресс посредством целенаправленных научно-исследовательских проектов, финансируемых ЕС, таких как PEPPA[41], RAFOA[42] или AQUAMAX[43], а также национальных инициатив, направленных на достижение меньшей зависимости от рыбной муки и рыбьего жира и производство высокоэнергетических кормов, при одновременном обеспечении роста и качества продукции. Эти разработки, активно внедряемые производящими комбикорма частными компаниями, в течение последних десяти лет привели к снижению содержания сырого протеина на 5–10 процентов, с одновременным увеличением содержания жира приблизительно настолько же, в результате чего общий уровень усваиваемой энергии (УЭ) увеличился, а соотношение усваиваемого протеина к усваиваемой энергии (УП/УЭ) снизилось. В последние годы значительно улучшились состав и использование кормов и, в настоящее время, коэффициент экскреции азота с лососёвых хозяйств на тонну произведённой рыбы составляет около 30–40 процентов от аналогичных показателей в 1980-х годах. За последние десять лет доля рыбной муки в кормах для рыб снизилась почти наполовину или, во многих случаях, в ещё большей мере. Подобные усилия предпринимаются также для снижения общего использования рыбьего жира путём практики фазового кормления, при которой в течение долгого времени используются подходящие смеси растительных масел, затем происходит переход на богатые рыбьим жиром финишные корма для увеличения уровня омега-3-полиненасыщенных жирных кислот с длинной углеродной цепью, что повышает питательную ценность рыбы для потребителей. Также разрабатывается методика комбинированного снижения использования рыбной муки и рыбьего жира (Kaushik and Hemre, 2008; Bell and Waagbo, 2008). Данные достижения являются полезными для окружающей среды с двух точек зрения:

- Они значительно снижают воздействие азота на окружающую среду. Корма с высоким содержанием легкодоступных питательных веществ привели к снижению нагрузок взвешенных частиц, азота, фосфора и других веществ на окружающую среду, тогда как объёмы производства кормов существенно выросли.

[41] Перспективы использования растительных протеинов в аквакультуре: биологические, экологические и социально-экономические последствия (QLRT-1999-30068); http://ec.europa.eu/research/agriculture/projects/qlrt_1999_30068_en.htm

[42] Исследование альтернатив рыбьим жирам в аквакультуре (Q5RS-2000-30058); www.rafoa.stir.ac.uk/

[43] Устойчивые аквакультурные корма для максимизации пользы выращиваемых рыб для здоровья потребителей, www.aquamaxip.eu

- Несмотря на то что ещё предстоит оценить воздействия производства альтернативных протеинов неморского происхождения на мировом уровне, имеющиеся тенденции в европейском производстве кормов для рыб позволяют значительно снизить процент рыбной муки и рыбьих жиров в комбикормах. Вследствие этого, даже в случае хищных рыб, таких как лосось, морские протеины могут производиться более эффективно, чем 15 лет назад, как показывает «соотношение входящей и исходящей рыбы» (Fish In : Fish Out ratio), сравнивающее объём конечной продукции с объёмом тщательно переработанной и безотходно использованной дикой рыбы (Jackson, 2009). Результаты, полученные при оценке использования рыбопромысловой продукции в аквакультуре, значительно отличаются от данных 2000 и 2004 годов.

Развитие европейского сектора НИОКР и внедрение его достижений происходят быстро, однако разработка будущих, экологически более устойчивых кормов для обеспечения устойчивого роста отрасли требует дальнейшего прогресса.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) в аквакультуре

Опыт последних двадцати лет подтверждает, что правильная и строгая оценка воздействия аквакультуры на окружающую среду необходима для обеспечения сохранения окружающей среды и устойчивости аквакультурной деятельности. В Европе в данной области проводились значительные работы. Было издано руководство по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) для определения, прогнозирования, оценки и смягчения биофизических, социальных и прочих воздействий предложений по развитию перед принятием важных решений и взятием на себя обязательств (Senecal *et al*., 1999). Государственные власти большинства стран европейского региона применяли данные принципы или какую-либо их часть успешно или с различными трудностями. ФАО (2009c) опубликовала обобщающий труд по оценке и мониторингу экологических воздействий в аквакультуре, включающий в себя четыре региональных обзора, в том числе, по Европе (Telfer, Atkin and Corner, 2009), а также один обзор, посвящённый аквакультуре лосося (Wilson *et al*., 2009). В этом последнем большинство администраций, применяющих ОВОС, поддерживали мнение, что регулирование реально обеспечивает защиту для окружающей среды. В центре внимания экологического мониторинга и ОВОС стоит оценка воздействия органических отходов на бентические экосистемы, но значительное внимание уделяется и другим воздействиям, например, контролю, мониторингу и методам лечения поражения морской вошью.

Постепенное применение Рамочной директивы по воде (European Commission, 2000a) ко всем водным экосистемам послужило стимулом для введения более ограничивающих законодательных норм по аквакультуре в государствах-членах ЕС. Это привело к значительному снижению уровней питательных веществ, взвешенных частиц и других параметров качества воды в сбросных водах интенсивных рыбоводных систем, а также к одновременному уменьшению производства. Пользователи в области аквакультуры зачастую считают данные нормы чрезмерно ограничивающими аквакультуру, поскольку они иногда недостаточно принимают во внимание качество воды в месте водозабора при определении предельно допустимых значений для сточных вод хозяйств. Тем не менее, в некоторых подтверждённых случаях, они также содействовали восстановлению речных местообитаний в отдельных местах. Можно привести в качестве примера лососёвую реку Скорфф в Бретани (Франция), где продукция интенсивного форелевого хозяйства (в 2000 году 600 тонн/год) значительно влияла на характеристики макрофитов, использовавшихся в качестве экологического индикатора состояния реки (Haury *et al.*, 2002; Daniel *et al.*, 2005; Prygiel and Haury, 2006). В 2005 году продукция была сокращена до 150 тонн административным путём, чтобы соответствовать новым правилам. Это сильное снижение, вместе с улучшением методов форелеводства за последние 15 лет, позволили значительно уменьшить воздействие на данные популяции растений (Ори, личное сообщение и неопубликованные данные).

Сброс сточных вод в речные и прибрежные экосистемы, в окрестностях которых концентрируется всё больше людей, вызывает общее отрицательное отношение к развитию аквакультуры, часто основанное не столько на реальной оценке воздействий хорошо управляемых участков, как на обострении конфликтов между пользователями (соседство в жилых или туристических районах,

рыбопромысловая деятельность, ухудшение пейзажа и т.д.). Тем не менее, даже если воды, сбрасываемые из аквакультуры, сами по себе не имеют отрицательных эффектов, они могут стать более вредоносными в комбинации со сточными водами других видов деятельности (IUCN, 2007). Из предложенных решений двумя крайностями являются перемещение аквакультуры из защищённых прибрежных вод на более отдалённые, открытые участки, как это случилось в Турции (Okumus, 2003), и развитие методов выращивания вдали от берегов, которые могут способствовать ещё большему разбавлению использованной воды, а также дальнейшее развитие и пропаганда наземных установок замкнутого водоснабжения, показавших себя очень эффективными в интенсивном производстве пресноводных видов в Нидерландах. Тем не менее их применение в крупномасштабном производстве морских рыб является более сложной задачей. В настоящее время в Европе развиваются обе технологии, предлагая ответы на определённые вопросы, что, однако, зачастую требует больших капиталовложений, и это может ограничивать их доступность (как развития, так и использования) для крупных компаний. Альтернативные способы, такие как мультитрофическая аквакультура, также могут помочь в более гладкой интеграции интенсивной марикультуры в режимы управления прибрежными зонами.

5.1.2 Проблемы здоровья гидробионтов и управление здоровьем

5.*1.2.1 Аквакультура во внутренних водоёмах Центральной и Восточной Европы*

Поскольку в последние годы в регионе снизились как объёмы производства, так и уровень интенсификации, в 2005 году заболевания не считались важной проблемой в прудовой аквакультуре Центральной и Восточной Европы (FAO/NACEE, 2007). Однако появление KHV (вируса герпеса кои) в Польше и других странах Европы (Antychowicz *et al.*, 2005; Pokorova *et al.*, 2005; Reschova *et al.*, 2008) было воспринято другими странами, производящими карпа, как событие, дающее повод для беспокойства, несмотря на то что до сих пор нет информации о серьёзных потерях. Директива Евросоюза 2006/88/EC добавила KHV в список болезней, подлежащих обязательному оповещению.

5.*1.2.2 Выращивание лососёвых и морских рыб в Северной Европе*

В Северной Европе был отмечен впечатляющий рост рыбоводства, как в морской, так и в пресноводной среде. Для этого, совместно с развивающейся отраслью аквакультуры, пришлось приложить значительные научно-исследовательские усилия. Норвегия, как важнейший аквакультурный производитель европейского континента, разработала высокоэффективную систему мониторинга здоровья аквакультурных объектов и их заболеваний, а также управления ими. Исследования по данной теме проводились рядом институтов. Годовой отчёт Национального ветеринарного института Норвегии за 2008 год (National Veterinary Institute of Norway, 2009) подчёркивает, что за прошедшие годы ситуация стала несколько более сложной, и приводит актуальную информацию по различным ветеринарным проблемам.

В ***лососёвых*** рыбах (Johansen *et al.*, 2009) во время пресноводной фазы выращивания за наибольшие потери по-прежнему отвечают инфекционный некроз поджелудочной железы (IPNv) и жаберная болезнь, тогда как наибольшие потери от заболеваний во время морского культивирования атлантического лосося связаны со вспышками болезни поджелудочной железы (PD), вызванной альфавирусом лососёвых. В 2008 году PD была зарегистрирована на 108 участках, главным образом в западной Норвегии, как в лососе, так и в форели. Тем не менее наблюдаемые потери были меньшими, чем в предыдущие годы. Норвежская государственная служба по надзору за качеством продуктов питания разработала план контроля PD, а отрасль объединила свои силы для выполнения плана действий по борьбе с болезнью. PD также является причиной существенных потерь выращиваемого атлантического лосося в Ирландии и Шотландии. В Норвегии по-прежнему отмечаются значительные убытки вследствие IPN после перевода рыб в морскую воду. В Шотландии использование специальных кормов с иммуностимуляторами в период перевода рыб в морскую воду, а также отбор ремонтно-маточных стад, резистентных к IPN, уменьшили потери, однако болезнь остаётся важной причиной экономических убытков (Roberts and Pearson, 2005). Другие исследования приводят доказательства, что клинические вспышки IPN в выращиваемом атлантическом лососе могут привести к небольшому местному увеличению распространённости IPNv в диких морских рыбах, таких как камбала и сайда (Wallace *et al.*, 2008). Воспаление сердечной и скелетных мышц

(HSMI), приводящее к гистопатологическим изменениям в сердечной и скелетной мускулатуре лосося, также отвечает за значительные потери в марикультуре. HSMI было впервые диагностировано в 1999 году и к 2007 году число его вспышек драматически выросло, распространившись на новые территории. Его причина остаётся неизвестной, хотя тесты заражения указывают на возможную роль вирусного агента. Инфекционная анемия лосося (ISA), впервые обнаруженная в 1984 году в Норвегии, позднее, между 1996 и 2001 годами была найдена в восточной Канаде, Шотландии, Чили, на Фарерских островах и в Соединённых Штатах Америки. Она стала причиной проблем на некоторых участках норвежского побережья в 2008 году, вследствие чего был принят ряд мер для контроля болезни, включая вакцинацию. В то же время в юго-западной части Шетландских островов (Шотландия) был выявлен пятый участок, заражённый ISA. Уникальный изолят вируса вирусной геморрагической септицемии (ВГС), описанный впервые в норвежской радужной форели в 2007 году, на сегодня был найден в нескольких хозяйствах той же фьордовой системы. Данный изолят принадлежит к генотипу, о котором прежде считали, что он вызывает болезнь только в морских рыбах (Skall *et al.*, 2005).

Пролиферативное воспаление жабер, одно из многих различных типов жаберных заболеваний, приводящих к значительным потерям, было диагностировано в выращиваемом в море лососе в 1980-х годах, однако считалось растущей проблемой и в 2008 году. Оно также заражает выращиваемого лосося в Шотландии и Ирландии. В Норвегии на изолированном племенном хозяйстве была выявлена бактериальная почечная болезнь (БПБ), вызванная *Renibacterium salmoninarum*, а также было отмечено небольшое, но явное увеличение зарегистрированных инфекций, возбудителем которых в случае лосося являлась *Yersinia ruckeri*, а у радужной форели – *Flavobacterium psychrophilum*. Смертность, вызванная синдромом кардиомиопатии (CMS), в 2008 году встречалась на значительном количестве участков. Данная болезнь затрагивает главным образом крупного лосося на втором году морского выращивания, что влечёт за собой существенные экономические последствия. Трансмиссивный характер CMS был доказан лабораторными тестами, вирусная этиология болезни предполагается, хотя и не доказана.

Заражение лососёвой вошью является важнейшей проблемой здоровья рыб в Норвегии, Ирландии и Шотландии. Ситуация с лососёвой вошью (*Lepeoptherus salmonis*) указывает на её растущую устойчивость к различным терапевтическим средствам. Данный фактор даёт наибольший повод для беспокойства по поводу будущего лососеводства Норвегии и способен отрицательно повлиять как на дикую, так и на выращиваемую рыбу. Контроль лососёвой вши должен основываться на широком кругу методик и оптимизации существующих методов лечения, а также разработке новых стратегий контроля. Исследования включают в себя идентификацию новых действующих веществ, синергических эффектов и стимуляцию иммунной системы.

В настоящее время описываются многочисленные случаи болезней неизвестной этиологии, зарегистрированные в конце 2008 года в лососе, выращиваемом в морской воде, а также исследуются их причины (Johansen *et al.*, 2009).

В выращивании ***морских видов*** встречались случаи смертности трески, вызванные *вибриозом* и атипичным *фурункулёзом*, контроль которых может осуществляться с помощью вакцин, однако важнейшей ветеринарной проблемой норвежского тресководства в настоящее время считается *франциселлёз* (вызванный видами *Francisella* и включённый в Список III норвежского Национального перечня болезней рыб; см. Hellberg *et al.*, 2009). Данное хроническое заболевание приводит к повышенной смертности, а также задержке роста и снижению качества обловленной рыбы. Эффективных вакцин не существует, а лечение антибиотиками отчасти остаётся безуспешным. Потери, причинённые вирусными заболеваниями в тресководстве, в настоящее время не дают большого повода для беспокойства. По-прежнему регистрируются случаи вирусного некроза нервной системы (VNN), вызванного одним из генотипов нодавируса, BFNNV (с отдельными случаями заболеваний также у палтуса), но данная болезнь не считается значительной проблемой в нагуле рыб. Нет информаций о проблемах в выращивании трески, связанных с IPNv. Есть подозрение, что треска может являться носителем VHSv (болезни, подлежащей обязательному оповещению и включённой в

Список 2 Директивы Евросоюза 2006/88/EC), что даёт повод для очень тщательного наблюдения, хотя, до сих пор, не удалось обнаружить следов данного вируса.

5.1.2.3 Рыбоводство Южной Европы и Средиземноморья

Продукция **пресноводного форелеводства** была значительно сокращена в целях соответствия требованиям соответствующего экологического законодательства. Ситуация с вирусами (VHS, IHN, IPN) продолжает тщательно наблюдаться референс-лабораториями и в некоторых регионах с подходящим санитарным менеджментом (например, во Франции, в Бретани и Аквитании) были достигнуты реальные успехи в искоренении VHS и IHN. Следует отметить, что вирус VHS был найден в молодых угрях (Castric *et al.*, 2005).

В некоторых регионах встречаются реальные трудности с *пролиферативной болезнью почек* и *флавобактериозом*, которые теперь поражают крупных рыб. Согласно данным, возникающие проблемы связаны с появлением нового серотипа *Yersinia ruckerii*, против которого ранее существовавшие коммерческие вакцины дают лишь ограниченную защиту, либо совсем никакую, что объясняет неудачи в программах вакцинации. Синдромы «красной сыпи» и «клубничной болезни», этиология которых неизвестна, создают проблемы в связи с товарной рыбой.

Производство морских рыб показывает признаки любопытного развития, направленного в сторону более тщательно разработанной практики санитарного управления. *Вибриоз* и *пастереллоз* остаются заболеваниями, наиболее часто наблюдаемыми в средиземноморской аквакультуре, однако вакцинация молоди лаврака и дорады против этих болезней путём их купания сегодня уже проводится систематически в большинстве стран. Также более распространённой становится практика бустер-инъекций водных или адъювантных вакцин в выростных системах, которая, по-видимому, сыграла важную роль в отступлении вибриоза и, в меньшей мере, пастереллоза. Следует отметить, что в 2008 году пастереллоз наблюдался в диких видах морских рыб вдоль юго-западного побережья Франции. Уже описан патогенный эффект изолятов *Vibrio alginolyticus* на личиночные стадии лаврака и дорады (Balebona *et al.*, 1998). Однако за последние два года отмечается повышение частоты вспышек вибриоза, вызванного изолятами *V. alginolyticus* и *V. vulnificus* и затрагивающего все этапы производства, от личинок до взрослых рыб, что требует либо большей гигиены при производстве живых кормов, либо использования аутологичных вакцин для снижения данных воздействий (Padros, Le Breton and Sourd, 2009). *Edwardsiella tarda* представляет опасность для выращивания тюрбо в Европе. Эффективных вакцин не существует, а антибактериальная терапия нередко остаётся безуспешной вследствие частых случаев устойчивости к антибиотикам.

Заражения *жаберными сосальщиками* или *миксоспоридиями* могут представлять собой серьёзную проблему для нагульных систем. Недостаток эффективных зарегистрированных лекарственных препаратов, особенно против паразитов, заставил производителей внедрять более разработанную практику санитарного менеджмента для снижения последствий данных патогенов. У дорады были отмечены *амёбные* заражения, возбудителем которых был тот же самый паразит *Neoparamoeba perurans*, который в Тасмании и других странах описывался в лососе (Le Breton *et al.*, 2009). «*Синдром красных пятен*», схожий с «клубничной болезнью» форели, подозреваемым возбудителем которых является *Rickettsia*, был также отмечен у дорады и даёт повод для растущего беспокойства (Ле Бретон, личное сообщение, 2009).

Вирусная энцефалопатия и ретинопатия, вызванная в лавраке одним из генотипов нодавируса, RGNNV, является важнейшей вирусной болезнью, известной в аквакультуре Средиземноморья, несмотря на то что она в первый раз получила распространение осенью 1996 года. Кажется, что её вспышки снова участились за последние два года, особенно осенью 2009 года. Строгие процедуры управления здоровьем позволяют избегать возникновения данного вертикально передаваемого заболевания в рыбопитомниках. К сожалению, до сих пор не существует никакой коммерческой вакцины против этой болезни, неспотря на то что, в результате научных исследований, некоторые фармацевтические компании разработали вакцину, которая уже проходит тестирование. Можно отметить дающее повод для беспокойства первое в Европе описание *генотипа нодавируса золотой*

ставриды (SJNNV), поражающего личинки дорады и морского языка в Испании (Ле Бретон, личное сообщение, 2009). Этот генотип прежде был отмечен только в Японии (Thiéry *et al.*, 2004).

В секторе морского рыбоводства южной части Европы происходят значительные изменения, которые могут повлиять на статус здоровья, а также на управление здоровьем рыб. Наблюдается тенденция консолидации производства лаврака и дорады, ведущей к увеличению роли больших групп производителей, особенно в Греции, Испании и Италии, часть которых занимается инвестициями в нескольких странах. В результате крупных проектов аквакультурное производство началось также в странах Магриба, Египте и на Арабском полуострове. Следствием этого может стать увеличение перемещений и перевозок живой рыбы. Большая часть рыбопитомников, дополнительно к выполнению законодательных требований, начинает давать ветеринарные сертификаты об отсутствии важнейших заболеваний в произведённой ими молоди. В аквакультурной деятельности также отмечается растущая сегментация функций, в том числе, развитие наземных выростных систем, дающих интересные преимущества для лучшего санитарного менеджмента стад (более крупные мальки и сеголетки, сортировка групп, их вакцинация и сертификация). Адаптация норвежских технологий живорыбных судов открывает новые возможности, однако из-за риска распространения болезней на большие расстояния необходимо наблюдение за данными судами.

В качестве общего завершающего замечания опыт показывает, что повышенное внимание к общим принципам гигиены, таким как вспахивание дна прудов, разделение поколений, ограничение транспортировок, синхронизированное лечение и контроль здоровья рыб, играют ключевую роль в контроле инфекционных заболеваний. Недавним примером является контроль ISA на Фарерских островах. Для эффективности данного подхода требуется широкое сотрудничество внутри сектора рыбоводства. Можно также отметить, что в Западной Европе, под руководством ассоциаций рыбоводов в сотрудничестве с национальными службами и ветеринарными экспертами, начинают формироваться различные национальные инициативы. Результатом подобной инициативы стало издание французским Межпрофессиональным комитетом по рыбным объектам аквакультуры и Французской федерацией аквакультуры *Руководства по надлежащей практике управления здоровьем в аквакультуре* (CIPA-FFA, 2004).

5.1.2.4 Декоративные виды

Статус здоровья декоративных рыб даёт всё больше поводов для беспокойства. Показательным является включение данного сектора деятельности в новую Директиву Евросоюза 2006/88/EC. Если декоративные рыбы содержатся в системе, находящейся в связи с открытой водной поверхностью, к ним относятся общие положения данной директивы, однако если они содержатся в системе, вода которой не находится в непосредственном контакте с естественными водоёмами, в действие вступают особые распоряжения по их импорту и перевозке. Недавно Шведское агентство по благополучию животных обеспечило поддержку для исследования по здоровью аквариумных рыб в зоомагазинах, которое показало, что наиболее частые патологии имеют отношение к паразитическим и бактериальным заражениям (Hongslo and Jansson, 2009). Бесконтрольные перевозки декоративных рыб являются ветеринарной проблемой из-за интродукции в Европу новых патогенов, которые могут повлиять на местные отрасли разведения декоративных рыб, представляя растущий риск для сектора аквакультуры. В прошлом с аквариумными рыбами было связано появление во Франции нового штамма *Flavobacterium* (Glaser, Angulo and Rooney, 1994). Появление многочисленных штаммов бактерий, устойчивых к ряду препаратов вследствие бесконтрольного применения антибиотиков, создаёт риск для здоровья животных и людей. Существование зоонозных заболеваний, таких как *Mycobacterium marinum*, в связи с которыми в прошлом были описаны случаи заражения людей от декоративных рыб (Noga, 1992), подчёркивает важность этой медицинской проблемы и обоснованность ветеринарного надзора данной коммерческой деятельности (Hongslo and Jansson, 2009).

5*.1.2.5 Моллюсководство*

Производство гигантской устрицы (*Crassostrea gigas*) вдоль берегов Франции в течение не менее 20 лет сталкивается с периодическими эпизодами массовой смертности в летние месяцы (Renault *et al.*, 1994; Goulletquer *et al.*, 1998; Soletchnik *et al*., 2007). Подобные «синдромы» летней смертности

описывались в большинстве стран-производителей гигантской устрицы, таких как Япония, Соединённые Штаты Америки или Австралия. Во Франции (обеспечивающей 87 процентов общей европейской продукции гигантской устрицы) данное явление усиливалось в течение последних десяти лет и изучалось в рамках мультидисциплинарного проекта «MOREST» между 2001 и 2006 годами. Этот проект показал комплексный характер взаимодействий между экологическими факторами, устрицами и патогенами, в том числе, вирусом герпеса и различными видами бактерий семейства *Vibrio* (Samain and McCombie, 2007). Летом 2008 и 2009 года отмечалась очень высокая смертность молоди (40–80 процентов). Была подтверждена связь между эпизодами смертности и вирусом герпеса, а также видами *Vibrio* (*Vibrio aesturianus* и *V. splendidus*). Для выявления присутствия инфекционных агентов были разработаны методы количественной диагностики на основе ПЦР (полимеразной цепной реакции). Ведутся дальнейшие исследования для улучшения знаний о взаимодействиях хозяина и патогена с целью обеспечения эпидемиологических рекомендаций, снижающих воздействие инфекции патогенами на отрасль устрицеводства.

Bonamia ostreae, распространённый патоген в Южной Европе, был обнаружен в *Ostrea edulis* в южной части Норвегии в 2008 году. Перед этим, в 2004 году, было заявлено об освобождении страны от болезни. Для предотвращения распространения патогена была создана контрольная зона.

5.*1.2.6. Благополучие рыб*

Как подчёркивают Вольфром и Лопиш дош Сантуш (Wolffrom and Lopes Dos Santos, 2004), благополучие рыб, по сравнению с благополучием других, наземных животных, традиционно не представляло собой важную тему для потребителей, производителей и законодателей. Прежние научно-исследовательские проекты и законодательство по благополучию животных почти никогда не обращали внимания на рыб. Первым документом, уделившим внимание благополучию рыб, стал Амстердамский договор[44]. Тем не менее, за последние годы отмечается повышенное беспокойство о благополучии рыб в целом и объектов аквакультуры в частности. Ряд инициатив был запущен или поддержан Всемирной организацией по охране здоровья животных (OIE), Советом Европы и Европейским агентством по продовольственной безопасности (EFSA). Практика выращивания в аквакультуре способна оказать воздействие на благополучие выращиваемых рыб, включая обращение, неподходящие плотности посадки, скученность, перевозки, ухудшение качества воды, социальные взаимоотношения, световой режим и забой (EIFAC, 2008a). Благополучие рыб считается важным вопросом, представляющим общий интерес для европейских потребителей, политиков и производителей, как с целью обеспечения будущей приемлемости аквакультурной продукции, так и по этическим причинам. Данные аспекты суммируются в ряде инициатив, сообщений и документов, перечисленных на сайте проекта «PROFET Policy»[45]. Сюда входят рекомендации Европейского агентства по продовольственной безопасности для Европейской комиссии (EFSA, 2004), а также специальный семинар «Благополучие животных в Европе: достижения и будущие перспективы» (CoE, EU and OIE, 2006), организованный в 2006 году Отделом по благополучию животных Совета Европы (ГД-I по правовым вопросам) в сотрудничестве с Генеральным директоратом Европейской комиссии по здравоохранению и защите прав потребителей (DG SANCO) и Отделом технической помощи и обмена информацией Генерального директората по вопросам расширения (DG ENLARGEMENT/TAIEX) и с поддержкой Всемирной организации по охране здоровья животных (OIE)[46]. Значительная потребность в научных исследованиях для улучшения знаний о воздействии на благополучие рыб экологических факторов (например, света, температуры, уровней кислорода, течений), а также методик и установок для выращивания, послужила основанием для немалых научно-исследовательских усилий, предпринятых Европейским Союзом в рамках различных рамочных программ научных исследований, включая проекты FASTFISH[47], AQUAFIRST[48], FINEFISH[49], WELLFISH[50] и WEALTH[51].

---

[44] www.eurotreaties.com/amsterdamtext.html
[45] www.profetpolicy.info/content/view/57/121/
[46] www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_co-operation/biological_safety,_use_of_animals/Seminar/Default.asp
[47] FASTFISH: Оценка уровня стресса в выращиваемых рыбах на хозяйствах; 6РП (№ 22270);http://fastfish.imr.no/

Благополучие рыб было центральной темой Форума «Aquanor-EAS» в 2007 году, где между учёными и производителями аквакультурной отрасли происходил интересный обмен мнениями о проблемах благополучия на различных этапах цикла выращивания, а также о технологиях производства (Lane, 2007). Существует потребность в разработке дополнительных критериев, позволяющих количественно охарактеризовать стресс, даже если некоторые основные показатели, такие как целостность плавников, потребление корма, выживаемость и рост, по-видимому, позволяют сделать довольно точные выводы. Системы для удержания рыб могут быть улучшены с помощью мультидисциплинарного подхода, в котором биологические, функциональные и технические требования планировки одинаково важны. Например, в результате подобного подхода был создан новый проект садка, обеспечивающий достаточное пространство для плавания рыб, а также новые модели погружных садков, в которых рыбы могут быстрее плавать и лучше адаптироваться к погружению. Необходим подходящий выбор места, размера и расположения садков, наряду с тщательно разработанной практикой выращивания, играющей важную роль в обеспечении хорошего уровня благополучия рыб. Благополучие рыб также может быть улучшено путём оптимизации обращения с ними, например транспортировки (изменение регламента ЕС по перевозке животных, чтобы оно относилось и к рыбам) или убоя. В Норвегии в 2007 году был принят новый закон, так называемый «Закон о бойнях» (Johansen *et al.*, 2009). Использование CO_2 для оглушения будет полностью запрещено в 2010 году, хотя ряд боен уже сейчас не пользуется им. Был разработан метод механического оглушения, изменена система материально-технического обеспечения и достигнуты новые результаты, в том числе, реотактические и оптометрические системы, предназначенные для убоя лосося в состоянии покоя, что улучшает качество и срок годности продукции, благодаря очень позднему наступлению трупного окоченения. В Шотландии были с успехом разработаны наземные станции облова с полным контролем экологических параметров перед убоем, что позволяет оптимизировать качество мяса и добиться более долгих сроков годности.

5.1.2.7 Использование терапевтических и лекарственных препаратов

Не оспаривается, что основным путём передачи резистентных микроорганизмов от животных людям является трофическая цепь (Serrano, 2005). Риск заболеваний всегда присутствует во всех интенсивных системах, которые обеспечивают большую часть аквакультурной продукции рыб в Западной Европе, как возможно и появление и развитие новых болезней или передача известных в других видах заболеваний новым хозяевам. Из этих болезней для устранения бактериальных инфекций может понадобиться курс лечения антибиотиками, хотя последние иногда также используются в качестве профилактических агентов.

Пример управления бактериальными септицемиями в европейской аквакультуре указывает на ответственное развитие использования терапевтических препаратов. Норвегия и Шотландия требуют ежегодных отчётов по использованным антибиотикам и их количеству. Имеющиеся данные подтверждают, что в последнее десятилетие в Европе отмечается тенденция снижения количества антибиотиков, используемых в аквакультуре лосося (Burridge *et al.*, 2008). Во время раннего развития лососеводства объёмы продаж противомикробных препаратов для выращивания атлантического лосося (*Salmo salar*) и радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в норвежской аквакультуре увеличивались главным образом для борьбы со вспышками холодноводного вибриоза. В период 1981–1994 гг. их потребление было высоким, хотя и изменчивым. С тех пор их использование в данных видах стало незначительным, несмотря на огромный рост производимой биомассы рыб. Это объясняется главным образом введением эффективных вакцин против основных бактериальных

[48] AQUAFIRST: Комбинация генетических и функциональных геномных подходов для селекции рыб и моллюсков на стрессо- и болезнеустойчивость с помощью маркеров; http://aquafirst.vitamib.com
[49] FINEFISH: Улучшение устойчивости европейской аквакультуры путём контроля мальформаций; www.feap-info/finefish/default_en.asp
[50] WELLFISH: Благополучие рыб в европейской аквакультуре; COST 867; www.fishwelfare.com
[51] WEALTH: Благополучие и здоровье в устойчивой аквакультуре, 6РП (№ 501984); http/ec.europa.eu/research/fp6/ssp/wealth_en.htm

заболеваний этих видов рыб. Кроме того, считается, что выбор мест с хорошим водообменом для рыбных хозяйств, а также общее улучшение гигиены, включая раздельное содержание поколений и вспахивание дна прудов, также способствуют благоприятному статусу здоровья выращиваемых в норвежской аквакультуре лососевых (Grave *et al.*, 2008). Можно отметить, что потребление антибиотиков, прежде употреблявшихся в значительных количествах в пресноводном форелеводстве других стран Европы, одновременно также снизилось, хотя и намного медленнее, главным образом вследствие более строгого законодательства, предписанного директивами ЕС и национальной политикой стран, а также более широкого использования процедур сертификации и знаков экологического качества в секторе распределения.

В период 2000–2005 гг. использование противомикробных средств в Норвегии – выраженное как количество прописанного действующего вещества, количество выданных рецептов или рассчитанная биомасса рыб, обработанных антимикробными препаратами – несколько повысилось. Большая часть этого роста была следствием их большего использования при выращивании атлантической трески (*Gadus morhua)* по отношению к биомассе трески, произведённой на хозяйствах. Между 2002 и 2005 годами количество выписанных рецептов по отношению к произведённой биомассе трески снизилось, вследствие введения более эффективных вакцин с 2003 года. Тем не менее было отмечено значительное увеличение количества рецептов на противомикробные препараты, выписанных для трески, классифицированной как молодь (т.е. ещё не вакцинированной посредством инъекций), особенно в период 2004–2005 гг. Граве и другие (Grave *et al.*, 2008) приходят к выводу, что если в будущем производство искусственно выращиваемой атлантической трески сильно вырастет, а использование антимикробных средств будет увеличиваться в той же мере, что и сегодня, это может стать фактором риска в отношении появления резистентности к противомикробным препаратам в выращивании трески в Норвегии.

Что касается заражённости морской вошью, несмотря на то что ветеринарам и лососеводам, по-видимому, доступен ряд продуктов для борьбы с нею, только несколько из них прописываются для использования. Лишь одно соединение, эмамектин бензоат (ЕВ), являющийся терапевтическим средством, подмешиваемым к кормам, используется во всех странах. В Норвегии и Великобритании используется для купания рыб пиретроидный инсектицид циперметрин. Использование органофосфатов азаметифоса и тефлубензурона (являющегося ингибитором синтеза хитина) прекращено.

Известно, что морская вошь может вырабатывать иммунитет против органофосфатных пестицидов. Тефлобензурон больше не производится в качестве лекарственного препарата против вшей. Интересно, что перекись водорода, считавшаяся довольно неэффективным продуктом для контроля морской воши, используется в Шотландии и недавно начала применяться в Чили. Перекись водорода считается наиболее «экологически приемлемым» продуктом, поэтому его использование может поощряться. Вильсон и другие, в своём обзоре ОВОС в аквакультуре лосося (Wilson *et al.*, 2009), отмечают, что морская вошь представляет опасность для природных популяций и все страны должны в обязательном порядке истреблять её, следуя примеру Норвегии, являющейся многолетним лидером в области мониторинга заражённости морской вошью и определения уровней, при которых в обязательном порядке следует начать лечение. В других странах, например, в Шотландии, к данному вопросу также начали относиться более серьёзно. В Ирландии и Канаде существует законодательство по заражённости морской вошью. Активно поддерживается сотрудничество между рыбоводами в масштабе водных бассейнов в интересах диких рыб, включающее в себя синхронное зарыбление и методы лечения, сводящие к минимуму использование лекарственных препаратов.

5.1.3 Использование экзотических видов

Несмотря на то что большую часть аквакультурной продукции европейского региона дают аборигенные виды, доля интродуцированных объектов также является значительной. Важнейшие примеры подобных интродуцированных видов, сделавших возможным существенное развитие товарного производства, включают в себя ряд рыб: радужную форель (*Oncorhynchus mykiss)* и другие виды североамериканских лососёвых рыб, азиатских карповых, таких как белый амур (*Ctenopharyngodon idella),* белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix)* и пёстрый толстолобик

(*Aristichthys nobilis)*, сибирского или американского осетров (*Acipenser baeri, Acipenser transmontaneus*), тиляпию (*Oreochromis* sp.) и африканского сома *(Clarias gariepinus*). Традиционные рыбоводные пруды Европы (в Федеративной Республике Германии, Чешской Республике, Венгрии) в течение многих лет зарыблялись белым амуром, однако изменяющиеся общественные приоритеты сегодня приводят к конфликтам, в которых рыбоводы подвергаются большому давлению, чтобы они прекратили зарыбление данным неаборигенным видом и сделали рыбоводные пруды более «природными». При этом не учитывается тот факт, что белый амур может помочь в снижении чрезмерного разрастания водных макрофитов (Hambrey, Edwards and Belton, 2008).

Интродуцированные моллюски включают в себя японского или тихоокеанского петушка (*Ruditapes philippinarum)* и гигантскую устрицу (*Crassostrea gigas)*, интродуцированную в качестве спасательной меры после коллапса запасов португальской устрицы (*Crassostrea angulata*) вследствие болезни (Grizel and Heral, 1991). ИКЕС был опубликован обширный обзор всех видов, интродуцированных преднамеренно или случайно в воды северной Атлантики (Gollasch *et al.*, 2007). Данный обзор приводит несколько примеров случайных интродукций рыб и отмечает видимое увеличение количества рыб, к выращиванию которых, как «новых» объектов аквакультуры, предпринимаются попытки.

В связи с применением и поддержкой существующих необязательных соглашений, особенно добровольного Кодекса ведения ответственного рыбного хозяйства ФАО (FAO, 1995 – Статья 9 КВОРХ о развитии аквакультуры), ИКЕС рано столкнулся с рисками интродукций видов в целях аквакультуры и потому постоянно обновляет Кодекс практических правил интродукции и передачи морских организмов ИКЕС (ICES, 2005b). Данный документ приводит рекомендации по процедурам и практике, направленным на снижение риска отрицательных воздействий от преднамеренных интродукций и перевозок морских организмов (включая солоноватоводные). Неправительственные и межправительственные организации, включая МСОП, запустили ряд инициатив и сформулировали практические рекомендации по данной теме (Hewitt, Campbell and Gollasch., 2006). Недавно Европейская комиссия издала Регламент Совета об использовании неаборигенных и локально отсутствующих видов в аквакультуре (European Commission, 2007c). Этот текст основан на системе разрешений, регулирующих практику морской и пресноводной аквакультуры в случае, если в неё входит (i) использование видов, неаборигенных в Европейском Союзе, либо (ii) перемещение или перевозка видов из их естественного ареала, находящегося в пределах ЕС, в зоны, где они прежде не встречались. Следует отметить, что данный регламент не распространяется на следующие виды, перевозившиеся в течение долгого времени, если только государства-члены не желают принять меры по ограничению их использования на своей территории: радужная форель, американский голец (*Salvelinus fontinalis*), карп, белый амур, белый и пёстрый толстолобики, гигантская устрица, японский петушок, большеротый окунь (*Micropterus salmoides)* и арктический голец (*Salvelinus alpinus).*

5.1.4 Интегрированная мультитрофическая аквакультура

Главной проблемой аквакультуры сегодня является увеличение своего производственного потенциала без превышения ассимилятивной способности экосистемы. Исходя из нынешнего понимания взаимоотношений между аквакультурой и её устойчивостью, развитие систем интегрированной мультитрофической аквакультуры (ИМТА) представляет собой отличную возможность для этого (Hussenot, 2003; Neori *et al.*, 1998, 2004; Soto, Aguilar-Manjarrez and Hishamunda 2008). В целом, данный процесс комбинирует выращивание объектов аквакультуры (например, рыб/креветок) на искусственных кормах с выращиванием объектов, удаляющих органику (например, моллюсков/растительноядных рыб) и неорганические вещества (например, водорослей) для создания сбалансированных систем в целях экологической устойчивости (смягчение экологических воздействий биологическим путём), экономической стабильности (диверсификация продукции и снижение рисков) и общественной приемлемости (лучшая практика управления). Он направлен на получение добавленной ценности с внесённых кормов путём производства альтернативных культур на отходах аквакультурных систем. Компоненты ИМТА могут включать в себя виды рыб, моллюсков, ракообразных и водорослей в различных наземных и морских аквакультурных системах, таких как установки замкнутого водоснабжения, аэрированные системы

микробиальной утилизации отходов, комбинация интенсивной и полуинтенсивной аквакультуры или интеграция садковой и прудовой аквакультуры. Они могут обеспечить интересные возможности (Costa-Pierce, 2008) и направлены на формирование экосистемного подхода к процессам аквакультуры (Soto, Aguilar-Manjarrez and Hishamunda, 2008; Hambrey, Edwards and Belton, 2008).

На сегодняшний день лишь несколько стран (Ирландия, Канада, Соединённые Штаты Америки, Чили, Шотландия, Южно-Африканская Республика и Япония) имеют опыт в морских подсистемах ИМТА в коммерческом или полукоммерческом масштабе (Ridler *et al.*, 2007). Хэмбри, Эдвардс и Белтон (Hambrey, Edwards and Belton, 2008) отмечают, что в индустриальной аквакультуре, характеризующейся исключительным использованием гранулированных комбикормов, скармливаемых единственному объекту, выращиваемому в монокультуре, сегодня не существует интеграции. Тем не менее относительно недавно было предпринято несколько попыток интеграции, внедряющих отдельные принципы традиционной аквакультуры для снижения неблагоприятных воздействий на окружающую среду. Важнейшие результаты были отмечены в восточной части Канады при комбинации лососеводства с выращиванием водорослей *Gracilaria* или *Laminaria*, а также моллюсков для улучшения качества воды (Martinez and Buschmann, 1996; Kautsky and Folke, 1991; Troell, Kautsky and Folke, 1999; Chopin and Bastarache, 2002; Cross, 2004). Многие семейства, представляющие особый интерес в морских водах умеренного пояса Европы, были выбраны из-за устоявшихся методов их выращивания, пригодности их местообитаний, способности к снижению воздействий на окружающую среду и экономической ценности. Они включают в себя множество различных водорослей, являющихся ключевыми элементами в обоснованном управлении экосистемами (*Laminaria*, *Saccharina*, *Sacchoriza*, *Undaria*, *Alaria*, *Ecklonia*, *Lessonia*, *Durvillaea*, *Macrocystis*, *Gigartina*, *Sarcothalia*, *Chondracanthus*, *Callophyllis*, *Gracilaria*, *Gracilariopsis*, *Porphyra*, *Chondrus*, *Palmaria*, *Asparagopsis* и *Ulva*). Сюда также входят различные виды многощетинковых червей (*Nereis*, *Arenicola*, *Glycera* и *Sabella*), иглокожих (*Strongylocentrotus*, *Paracentrotus*, *Psammechinus*, *Loxechinus*, *Cucumaria*, *Holothuria*, *Stichopus*, *Parastichopus*, *Apostichopus* и *Athyonidium)*, моллюсков, ведущих фильтрующий или пасущийся образ жизни (*Haliotis*, *Crassostrea*, *Pecten*, *Argopecten*, *Placopecten*, *Mytilus*, *Choromytilus* и *Tapes*), ракообразных (креветок и омаров), а также рыб (*Salmo*, *Oncorhynchus*, *Scophthalmus*, *Dicentrarchus*, *Gadus*, *Anoplopoma*, *Hippoglossus*, *Melanogrammus*, *Paralichthys*, *Pseudopleuronectes* и *Mugil).*

В коммерческом производстве морских рыб был сделан некоторый прогресс в направлении разработки экосистемного подхода. В случае лосося и других морских рыб анализ практики избранных крупнейших стран-производителей аквакультурной продукции показывает хороший прогресс в сторону разработки ОВОС в лососеводстве Канады, а также некоторое развитие в Великобритании и Норвегии (Costa-Pierce, 2008). В Южной Европе и бассейне Средиземного моря Португалия, Испания, Франция, Турция и Израиль имеют текущие научно-исследовательские проекты по развитию ИМТА, а Норвегия провела определённую подготовительную работу по разработке ИМТА. Полученные результаты относятся, в частности, к включению разведения фитопланктона под открытым небом в интегрированную систему, включающие в себя морских рыб, фитопланктон и двустворчатых моллюсков (Lefebvre *et al.*, 2004) или интеграцию культивирования морских водорослей с производством морских рыб в Турции. Это рассматривается как возможное решение, позволяющее соответствовать законодательным предписаниям по охране окружающей среды, стандартам и средствам контроля, в случаях, когда недавние правила вынудили прибрежные рыбоводные хозяйства к перемещению либо на сушу, либо далее от берега, что повлияло на четвёртого по размеру производителя морской рыбы в Европе (Okumus, 2007; Turan, 2009). В рамках проекта SEACASE[52] разрабатывается ряд других подходов.

Концепция ИМТА уделяет особое внимание долгосрочным подходам. Необходимо показать и установить экономическую и экологическую ценность систем ИМТА и их продукции в европейском регионе, чтобы их можно было интегрировать в схемы управления наземных или прибрежных зон для содействия созданию альтернативных или дополнительных отраслей устойчивой аквакультуры.

[52] Устойчивая экстенсивная и полуэкстенсивная прибрежная аквакультура в Южной Европе; www.seacase.org

Принимая все эти факторы во внимание, системы ИМТА могут быть экологически ответственными и прибыльными, а также могут обеспечивать рабочие места во внутренних или прибрежных регионах для производителей любой страны, развивающих и правильно эксплуатирующих данные системы, особенно в случаях, когда регулирующие органы, промышленность, академический сектор, населённые пункты и неправительственные органы по окружающей среде работают совместно, консультируясь между собой.

5.1.5 Конфликты с другими пользователями и возможные синергические эффекты

Поскольку аквакультура развивает свою деятельность в зонах, где всё более сконцентрированное население и конкурирующие формы экономической деятельности борются за пространство и одни и те же ограниченные ресурсы (землю, воду и т.д.), конфликты являются частыми и представляют собой важное узкое место, препятствующее дальнейшему развитию или даже поддержанию имеющегося производства. В случаях, когда аквакультурные хозяйства могут повлиять на качество воды, предназначенной для человеческого потребления, эти конфликты могут стать очень критичными. Аквакультурные производители могут столкнуться с многосторонними конфликтами по поводу доступа к воде хорошего качества в районах, где другие формы деятельности (сельское хозяйство, промышленность, городское развитие) ухудшают качество воды или используют её в большом количестве (например, ирригация).

Несмотря на это, одним из наиболее остро стоящих конфликтов сегодня в Европе является конфликт за пользование сельскими или прибрежными морскими участками, особенно в многочисленных местах, где исчезновение традиционных форм экономической деятельности делает туризм или защиту природы наиболее важными ресурсами. Взаимоотношения между аквакультурой и сохранением устойчивости природных ресурсов, таких как перелётные птицы, могут также создавать острые конфликты (Kindermann, 2008; EIFAC, 2008b). В Нидерландах произошло столкновение между моллюсководством и защитой птиц из-за вылова посадочного материала мидий в приливной зоне. В соответствии с новой нидерландской политикой по моллюскам, действующей с 2004 года, промысел на мидиевых банках приливной зоны практически прекращён (Anonymus, 2004). Промысел разрешается при условии соблюдения специальных условий: площадь мидиевых банок приливной зоны должна составлять более 2000 га, со значительной площадью, отведённой под производство нового спата; возможна выдача лицензий на экспериментальное рыболовство.

В своём совместном труде по выбору мест для хозяйств и управлению ими (IUCN, 2009), МСОП и FEAP установили, что одной из главных проблем развития аквакультуры является её недостаточная общественная приемлемость. Наблюдения показывают, что, во многих случаях, причиной протестов со стороны местных групп является недостаточная коммуникация между ними и сторонами, поддерживающими развитие аквакультуры. Поэтому выбор участков для аквакультуры должен осуществляться согласно принципам экосистемного подхода, включающего в себя, среди прочего, участие заинтересованных сторон в любом проекте с самого его начала (понимая под заинтересованными сторонами все группы, пользующиеся тем же участком моря/берега; Simard, Ojeda and Haroun, 2008).

Коммерческое рыболовство и аквакультура имеют взаимодополняющие функции и в некоторых регионах между этими двумя видами деятельности возможны конфликты. Они могут возникать в результате потери рыбопромысловых угодий вследствие выдачи лицензий на аквакультуру (в случае аквакультуры, отдалённой от берегов, это означает постоянно растущие площади) или вылова не достигших половой зрелости рыб для нагула в аквакультуре, примером чего является развитие средиземноморского промысла обыкновенного тунца (*Thunnus thynnus*) и его воздействие на запасы. Данные конфликты интересов могут также существовать в рыночной конкуренции между близкородственными продуктами, при которой аквакультура сводит на нет дефицит, с которым прежде ассоциировались исключительно высокие цены. Эти конфликты могут усугубляться в случае появления в прибрежных зонах болезней, поскольку в их распространении могут играть роль как выращиваемые, так и дикие стада.

В то же время между данными двумя способами ресурсопользования сегодня наблюдаются лишь редкие синергические эффекты, хотя существует много режимов, основанных на совместных интересах, которые заслуживают рассмотрения. В будущем это может представлять интерес, если учесть впечатляющее развитие технологий в производстве посадочного материала морских видов, а также изменения в пользовании, которые могут иметь место в режимах управления прибрежными зонами. Это может включать в себя создание искусственных рифов с участием различных форм деятельности (Costa-Pierce, 2008), а также попытки к пополнению запасов и развитию морского пастбищного рыбоводства (Blaxter, 2000). Несмотря на то что между 1987 и 2004 годами 64 страны мира заявляли о зарыблении своих вод видами, проводящими часть своей жизни в морских и прибрежных зонах (Born, Immink and Bartley, 2004), возможности оценки статуса морского пастбищного рыбоводства в европейском регионе остаются ограниченными, за исключением лососеобразных (лосось, форель, сиговые) или осетровых рыб (главным образом в Российской Федерации). Обширный обзор данной темы приводится у Бартли и Лебера (Bartley and Leber, 2004). В него входит синтез результатов норвежской интегрированной программы пополнения морских запасов атлантического лосося, трески, обыкновенного омара и арктического гольца (Svaasand *et al.*, 2004).

5.1.6 Общественное восприятие экологической эффективности сектора

За последнее десятилетие был сделан значительный прогресс в области действий, направленных на сохранение окружающей среды и восстановление водных экосистем, которые являются обязательными составными частями устойчивой аквакультуры. Применение европейских и национальных директив и регламентов в отношении воды, используемой в аквакультуре, помогло снизить выпуск питательных веществ, химикатов и терапевтических средств с хозяйств и, таким образом, стабилизовать или восстановить некоторые сильно затронутые экосистемы. Также имеет место прогресс в совместной формулировке руководств по лучшей экологической практике различными группами по интересам (IUCN, 2007; European Commission, 2008b). За последнее десятилетие комбинация законодательства (на европейском и национальном уровнях), технологической инновации (очистка воды и стоков), животноводства и методов управления, используемых для повышения продуктивности на производственных участках, содействовала значительному общему росту экологической эффективности сектора. Последняя включает в себя использование экологически более чистых кормов, лекарственных препаратов или чистящих средств, а также лучший контроль побегов.

Усилия, предпринятые сектором производства, в самом деле значительны, однако средний европейский гражданин, заинтересованный в потреблении более здоровых морепродуктов, не знает о них и имеет, в определённой степени, априорно отрицательное мнение об аквакультуре, что часто объясняется незнанием либо недоступностью информации. В связи с этим, частые протесты против освоения новых производственных участков, вероятно, не уменьшатся, и усилия по разъяснению необходимости местного производства сертифицированных высококачественных морепродуктов в пределах европейских рынков будут исключительно важны. Эта работа должна выполняться как организациями производителей и каналами распределения, так и национальными и европейскими учреждениями в сотрудничестве со всеми другими заинтересованными сторонами. Учитывая наблюдаемую стагнацию развития аквакультурного производства в Европе – кроме производства лосося и лаврака/дорады – по сравнению с другими регионами мира, был подготовлен анализ конкурентоспособности европейской аквакультуры и её положительных и отрицательных факторов (Ernst & Young *et al.*, 2008a). Он приходит к выводу, что, среди прочих недостатков, серьёзной проблемой является количество и сложность законодательных ограничений. Между странами, даже между государствами-членами Европейского Союза, имеются значительные региональные различия в применении законодательных норм, во многих странах существует разделение обязанностей между различными адимнистративными органами. Телфер, Эткин и Корнер (Telfer, Atkin and Corner, 2009) выявили малую эффективность в осуществлении ОВОС и экологического мониторинга в аквакультуре, а также в применении подходящих соответствующих стратегий. Основными препятствиями считаются трудности и время, необходимое для получения лицензий, всеобщая сложность и малая эффективность многих национальных административных органов. Данный процесс следует упростить.

Европейская комиссия недавно пересмотрела свою стратегию морских и приморских исследований (European Commission, 2008a), Европейский парламент опубликовал оценку изданной в 2002 году аквакультурной стратегии (Lane, Hough and Bostock, 2009), а Европейская комиссия наметила новые направления для обеспечения нового стимула устойчивому развитию европейской аквакультуры (European Commission, 2009b). Этот последний документ признаёт, что строгие правила ЕС, особенно по охране окружающей среды, могут ограничить конкурентоспособность по отношению к конкурентам с других континентов. Доступ к площадям и возможность получения лицензий считаются ключевыми проблемами, а снижение административной нагрузки, особенно для малых и средних предприятий (МСП), представляется необходимым, чтобы стимулировать развитие, не подвергая риску абсолютную необходимость охраны окружающей среды. Концептуальная основа новой политики ЕС направлена на содействие развитию морского территориального планирования и интегрированного управления прибрежной зоной, в которых следует полностью признать стратегическую важность устойчивой аквакультуры, как это предписано ЕС. Государствам-членам рекомендуется поддерживать активные инициативы аквакультурной отрасли по информированию общественности, в частности, с использованием возможностей, предоставляемых Европейским рыбохозяйственным фондом. Подобные «обзоры» сектора, со схожими выводами, составлялись в Европе также на национальном уровне, например, во Франции (Tanguy, Ferlin and Suche, 2008).

Если Европа желает – по крайней мере – сохранить свою долю на европейском рынке в условиях жёсткой конкуренции с импортом из других регионов, не всегда ограниченных таким всеобъемлющим экологическим законодательством, то она должна создавать и удачно подавать потребителям условия, дающие новые стимулы устойчивому развитию европейской аквакультуры, тесно связанному с сохранением водной среды.

5.2 Ключевые проблемы и истории успеха

В результате научных исследований, финансируемых ЕС, был накоплен значительный объём знаний. Их внедрение частными предпринимателями, а также распоряжениями отдельных директив, привело к соответствующим изменениям в законодательстве государств-членов. В результате некоторые секторы сделали немалый прогресс в сторону устойчивой и экологически приемлемой аквакультуры: примеры усовершенствований включают в себя, среди прочих, большее снижение и контроль воздействий аквакультуры на водные экосистемы, лучший мониторинг заболеваний и контроль патогенов путём эффективных процедур вакцинации, а также разработку экологически более чистых кормов и новых технологий выращивания. Тем не менее следует признать необходимость дальнейших усилий. Долгосрочное гармоничное развитие европейской аквакультуры в изменяющемся обществе требует поиска более широких общих взглядов от всех сторон, заинтересованных в данной деятельности. Рассматривая достижения прошедшего пятилетнего периода, следует отметить большой прогресс на пути к достижению данной цели.

В 2004 году Международный союз охраны природы (МСОП) и Федерация европейских производителей в секторе аквакультуры (FEAP) подписали двустороннее соглашение о сотрудничестве в развитии устойчивой аквакультуры. В рамках этого сотрудничества МСОП и Государственный секретариат по рыболовству Министерства сельского хозяйства, рыболовства и продовольствия Испании[53] подписали договор о сотрудничестве и разработке серии «Руководства по устойчивому развитию средиземноморской аквакультуры», распространяющихся как на пресноводную, так и на морскую аквакультуру. Целью данных руководств является вынесение рекомендаций по ответственной и устойчивой аквакультуре для поддержки органов, принимающих решения, аквакультурных производителей и других заинтересованных сторон в средиземноморском регионе. Были затронуты следующие вопросы: взаимодействия между аквакультурой и окружающей средой (IUCN, 2007)[54] и выбор участков и управление ими (IUCN, 2009)[55], тогда как темы

[53] MAPA, переименованное в 2008 году в Министерство окружающей среды, сельского хозяйства и морских ресурсов (MMARM)
[54] http://cmsdata.iucn.org/downloads/acua_en_final.pdf

сертификации и ответственной практики, а также диверсификации видового состава и продукции ещё ожидают разработки.

Программа CONSENSUS[56], финансировавшаяся ЕС и завершённая в 2008 году (European Commission, 2005b), позволила, путём широкого представления и обмена мнений и препятствий, дать ещё более широкое коллективное определение критериев устойчивости, применимых к данной отрасли на всех её этапах, а также выявить показатели устойчивости, применимые на уровне хозяйств. После двух семинаров и широких консультаций конечным результатом CONSENSUS является ряд показателей устойчивости, особенно в области биологического разнообразия и окружающей среды[57], которые могут использоваться на уровне хозяйств либо как элементы «надлежащей практики», т.е. выходя за рамки минимальных законодательных требований, либо в качестве контрольных точек, для измерения и сравнения статуса производственных единиц. Данные два набора показателей доступны на сайте CONSENSUS[58]. CONSENSUS был первой европейской инициативой, предусматривающей активное участие всех заинтересованных сторон (в том числе, организаций производителей, научно-исследовательских институтов, органов, принимающих решения, производителей оборудования или расходных материалов, участников сектора переработки и рынка, европейских ассоциаций потребителей и НПО) и, особенно, отводящей ведущую роль европейским организациям производителей. В рамках усилий по обеспечению потребительских организаций сбалансированной информацией о секторе, была также подготовлена специальная брошюра[59] (European Commission, 2008b) представляющая продовольственные и непродовольственные аспекты европейской аквакультуры. Показатели, определённые проектом CONSENSUS, были предоставлены текущим инициативам по разработке стандартов, переданы ФАО, а также опубликованы через Диалоги по аквакультуре WWF.

Также следует признать, что обогащение знаний о биологии объектов аквакультуры и разработка сопутствующих аквакультурных технологий могут оказаться полезными для исчезающих видов, в связи с которыми применяются охранные меры. Примером этого является недавнее успешное использование технологий, разработанных для аквакультурного производства сибирского осетра (*Acipenser baeri*) во Франции (Williot, 2009), в искусственном воспроизводстве находящегося на грани вымирания атлантического осетра (*Acipenser sturio*). В результате первого искусственного оплодотворения с использованием двух взрослых экземпляров, случайно пойманных в течение одной недели в 1995 году, стали возможны выпуск нескольких тысяч штук молоди на исторических нерестилищах в реках Жиронда и Дордонь, а также создание потенциального ремонтно-маточного стада, содержащегося в искусственных условиях (Williot *et al.*, 2000). Первое потомство от этого маточного стада было получено в 2007 году, за которым в 2008 году последовали ещё четыре, что позволило в сентябре 2008 года выпустить 80 000 штук молоди навеской 4,5 г. Была разработана методология криоконсервации спермы, которая должна помочь в достижении целевых выпусков от 200 до 400 тыс. штук молоди в год (Gontier, 2009).

5.3 Дорога в будущее

5.3.1 Дальнейшее улучшение экологической эффективности аквакультуры

За последнее десятилетие комбинация законодательства (на европейском и национальном уровнях), технологической инновации (в областях очистки воды и стоков, животноводства и экологически более чистых кормов) и методов управления, используемых для повышения продуктивности и охраны окружающей среды, содействовала значительному общему улучшению экологической эффективности европейского сектора аквакультуры. Эти усилия должны продолжаться в целях

[55] http://cms.iucn.org/knowledge/publications_doc/publications/?4026/Aquaculture-site-selection-and-site-management#
[56] www.euraquaculture.info/index.php?option=com_content&task=view&id=118&Itemid=80
[57] www.euraquaculture.info/index.php?option=com_content&task=view&id=149&Itemid=118, www.euraquaculture.info/index.php?option=com_content&task=view&id=148&Itemid=117
[58] www.euraquaculture.info/index.php?option=com_content&task=view&id=121&Itemid=85
[59] www.euraquaculture.info/files/consensusbrochure_web.pdf

полной интеграции аквакультуры, как признанного способа эксплуатации водных ресурсов, способного обеспечивать безопасную, здоровую и высококачественную продукцию. Для достижения этого необходимо постоянно стремиться к улучшению надлежащей практики управления: не превышать потенциальную ёмкость системы и всегда стараться уменьшать воздействия объектов аквакультуры на окружающую среду. Это должно включать в себя лучшее использование кормов, снижение количества используемых лекарственных препаратов и химических средств, а также, по возможности, пропаганду большего использования естественных веществ (Rao *et al.*, 2004). Новые рыбоводные системы должны развиваться в направлении более эффективного использования воды с меньшим выпуском питательных веществ и взвешенных частиц и/или, по мере возможности, большей интеграции систем, основанной на повторном использовании питательных веществ, воды и энергии на уровне хозяйства посредством сопутствующего выращивания растений или животных, находящихся на более низких трофических уровнях (Aubin *et al.*, 2009).

Экологическая эффективность аквакультуры также зависит от аккуратного управления перемещениями живых стад и жёсткого контроля попадания животных в естественную среду. Этот последний пункт, видимо, имеет ключевое значение, а тенденция, ведущая к политике «ноль побегов», запущенной в Норвегии (Norwegian Directorate of Fisheries, 2008), может считаться важной вехой в развитии устойчивой аквакультуры.

Должны укрепляться связи между рыболовством и аквакультурной деятельностью, для чего следует объединять силы в рамках морского территориального планирования и интегрированного управления прибрежной зоной, а также, по мере возможности, продвигать технологии интегрированной мультитрофической аквакультуры.

5.3.2 Демонстрация применения надлежащей экологической практики в аквакультуре

Не существует единого индикатора, показывающего или доказывающего улучшения в практике аквакультуры, наблюдаемые в последнем десятилетии, как не существует и единой точки отсчёта, относительно которой они могли бы измеряться. Возможно, это одна из причин, почему деятельность аквакультуры и, особенно, прибрежного садкового рыбоводства остаётся мишенью для обвинений в плохой экологической практике со стороны отдельных НПО, что влияет и на общественное восприятие сектора. Это, иногда отрицательное, общественное восприятие также отмечено отдельными политиками и неэкспертами. Поэтому исключительно важно, чтобы европейские производители могли доказать наличие у них надлежащей экологической практики. Отрасль аквакультуры призвала Европейскую комиссию поддержать разработку «знака экологического качества» для сертификации экологически чистых аквакультурных методов в Европе. Получили признание международные усилия по стандартизации и согласованию сертификации аквакультурной продукции (FAO, 2009d).

5.3.3 Предвидение последствий изменения климата

Окружающая среда меняется во всём мире и, возможно, даже быстрее, чем ожидалось ранее (IPCC, 2007). Глобальное потепление может существенно повлиять на водную среду, а воздействия на экосистемы и на самих гидробионтов могут быть очень значительными (Cochrane *et al.*, 2009). Изменение прибрежной водной температуры на один–два градуса изменит рамки европейской аквакультурной деятельности, сдвинув её к северу и, возможно, изменив спектр выращиваемых объектов. Для прогнозирования и определения будущей политики последствия этих изменений и потенциальные сценарии должны оцениваться всеми заинтересованными сторонами, как это уже началось в Норвегии (Research Council of Norway, 2005).

6. РЫНКИ И ТОРГОВЛЯ

6.1 Состояние и тенденции

В настоящей главе описываются и обсуждаются рыночные тенденции в аквакультуре Европы. В то время как рынок рыбы и рыбопродуктов в Европейском Союзе (ЕС-27) является ведущим в мире, опережая Японию и Соединённые Штаты Америки как по объёмам, так и по ценности, он далеко не однороден. Данные Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) за 2005 год (Ernst & Young, ANDI-COGEA and Eurofish, 2009) показывают, что шесть ведущих государств-членов (Испании, Франции, Италии, Германии, Великобритании и Португалии) отвечают за 85 процентов всех затрат на рыбную продукцию.

По уровню потребления рыбы на душу населения возможно выделить три хорошо различающиеся группы стран. Наивысший уровень потребления отмечен в странах Южной Европы. В странах Северо-Восточной Европы наблюдаются средние уровни (около 20 кг/год на душу населения), а в странах ЦВЕ данная величина колеблется между 3 и 16 кг/год на душу населения, что значительно ниже среднего.

В целом, удовлетворение рыночного спроса ЕС во всё большей мере зависит от импорта, который значительно вырос за последнее десятилетие. Тенденции выглядят несколько иначе в Центральной и Восточной Европе, где импорт рыбной продукции во многих странах остаётся неизменным или снижается. С другой стороны, импорт некоторых стран региона значительно увеличился за последнее десятилетие (1996–2006), в отдельных случаях до 46 раз (Босния и Герцеговина) или даже в 92 раза (Украина). В большинстве стран экспорт показывает растущую тенденцию. Несмотря на это, импорт большинства стран ЦВЕ по-прежнему превышает их экспорт от 1,16 (Латвия) до 238 раз (Беларусь). Единственными двумя нетто-экспортёрами являются Эстония и Польша, хотя значительная часть экспорта Польши состоит из реэкспорта переработанной продукции (FAO, 2009b).

Другой важной тенденцией является переработка рыбной продукции. В копчении лосося произошли значительные изменения, например, данная отрасль была более или менее перенесена в Центральную и Восточную Европу. Это объясняется более низкими затратами на рабочую силу в этом регионе, а также близостью производства к рынкам, позволяющей сохранить свежесть продукции (в охлаждённом виде). В случае замороженных продуктов это условие не стоит, поэтому их производство переносится во Вьетнам, Китай и другие страны вне Европы, где затраты на рабочую силу являются ещё более благоприятными.

6.1.1 Важнейшие для всех стран объекты производства и торговли

Важнейшими подсекторами европейского аквакультурного производства (по объёмам) являются выращивание лосося, форели, лаврака и дорады, карпа и мидий (Рисунок 11). Производство государств-членов ЕС конкурирует с импортной продукцией как из стран Европы, так и извне её. Сюда входит импорт искусственно выращенного лосося из Норвегии и Чили, дикого тихоокеанского лосося из Канады и Соединённых Штатов Америки, форели из Норвегии, лаврака и дорады из Турции и Хорватии и карпа из Украины и других государств Восточной Европы, не входящих в ЕС (Ernst & Young, ANDI-COGEA and Eurofish, 2009). Европейский сектор мидиеводства имеет ограниченную прямую конкуренцию со стороны Норвегии, однако ей угрожает растущий импорт переработанной продукции из Чили и Новой Зеландии. На более широком европейском рынке морепродуктов за последние несколько лет значительно вырос импорт креветок (в варёной и/или замороженной форме) и замороженных филе пресноводных рыб (главным образом искусственно выращенных пангасиуса и тиляпии из Юго-Восточной Азии; см. вставку 8). Сегодня пангасиус является одним из наиболее дешёвых заменителей переработанных продуктов из «белой рыбы» (тресковых и прочих).

Вставка 8. Пример истории успеха: Растущая популярность пангасиуса на рынках ЕС

Производство пангасиуса во Вьетнаме, десять лет назад равное нулю, к 2008 году достигло 1 млн тонн. Для сравнения, отрасли лососеводства понадобилось 20 лет для достижения продукции 600 000 тонн в год. Этот успех объясняется низкой потребностью пангасиуса в кормах и кислороде в условиях выращивания, малой себестоимостью (заработные платы, корма) и хорошей консультационно-информационной поддержкой со стороны научно-технического сектора. Быстрое развитие выращивания пангасиуса – как и тиляпии – находится в контрасте с падением мирового снабжения донных рыб, снизившимся с 11 млн тонн в год в 1997 году до 8 млн тонн в 2008 году. Пангасиус также выращивается в Индии и Бангладеше в общем объёме 500 000 тонн в год.

Доли стран Европы в импорте пангасиуса в 2007 году *(Источник:* Комэкст)

В 2008 году в ЕС было импортировано 210 000 тонн замороженного филе, что означает 50-процентный рост за два года. Испания и Польша являются государствами-членами ЕС, импортирующими наибольшие объёмы, значительно превышающие импорт Нидерландов, Германии и Италии.

С 2006 по 2008 год импортная цена пангасиуса снизилась на 25 процентов. В 2008 году она составляла в среднем около 1,85 евро/кг, но со значительными разницами между государствами-членами ЕС: 1,60 евро/кг в Польше, 1,80 евро/кг в Италии, Испании и Германии, более чем 2,20 евро/кг во Франции и Великобритании. Эти разницы в цене являются следствием различий в качестве, определяемых на основании белого цвета мяса, содержания фосфатов и качества пластования.

При оценке потребления следует учитывать торговлю внутри ЕС, поскольку Бельгия и Нидерланды повторно экспортируют в Италию и Францию большую часть импортированного ими пангасиуса. В 2008 году доля пангасиуса в общем объёме европейского рынка рыбной продукции (без моллюсков) составила 5 процентов.

2008	баланс снабжения (живой вес, в тоннах)	% от рынка пангасиуса в ЕС	кг/год/чел.	рыночная доля пангасиуса в общем потреблении рыбы
Испания	128000	23%	2,8	8%
Польша	113000	21%	2,9	25%
Германия	80000	15%	1,0	7%
Италия	70000	13%	1,2	6%
Франция	34000	6%	0,5	2%
Великобритания	15000	3%	0,3	1%
Другие	95000	17%	0,6	
ЕС-27	550000		1,1	5%

источник: оценка Европейской комиссии на основании данных Евростат и ФАО

Среднедушевое потребление пангасиуса в ЕС составляет 1 кг, но в Испании и Польше это значение достигает почти 3 кг. В Польше пангасиус составляет 25 процентов потребляемой рыбы. В 2008 году рыночная доля пангасиуса на европейском рынке «белой рыбы» равнялась 12 процентам и он является главным видом потребляемой в Польше «белой рыбы», опередив минтая. В Испании и Италии он занимает второе место после мерлузы, и потребляется в таком же количестве, как треска. В Германии он также находится на втором месте среди «белой рыбы», его опережает только минтай.

Ключевыми факторами, объясняющими успех пангасиуса на европейском рынке, являются его низкая цена, постоянство снабжения, нейтральный вкус и запах, малое количество костей и удобство упаковки, что, в итоге, уравновешивает его низкую питательную ценность, в частности, в отношении омега-3 жирных кислот и витаминов. Прибытие настолько дешёвого продукта на рынок, безусловно, повлияло на «психологическую справочную цену» традиционных потребителей, и существует риск того, что они отвернутся от традиционных продуктов, которые могут показаться им слишком дорогими. В то же время пангасиус также привлекает новых потребителей, которые позже могут начать покупать и другую рыбу.

(*Источник*: Ф. Пакотт, личное сообщение)

Дания и Греция являются крупнейшими экспортёрами продукции в другие страны ЕС. Швеция также указана как крупный экспортёр, однако это является результатом статистической аномалии, поскольку её экспорт состоит главным образом из норвежской продукции, проходящей через Швецию, но не меняющей при этом владельца и не перерабатывающейся никаким образом. Дания импортирует значительные объёмы норвежского (и фарерского) лосося для переработки и реэкспорта, а Греция в 2007 году экспортировала 76 000 тонн дорады и лаврака, а также 18 000 тонн мидий. Большая часть торговли лаврака/дорады направлена на другие средиземноморские страны, а также, в последнее время, на рынки Северной Европы, где свежая продукция и филе продаются на рынках Германии и Великобритании. Франция и Италия являются крупнейшими нетто-импортёрами, главным образом лосося и мидий (Bostock *et al.*, 2009). На рисунке 15 показаны тенденции в торговом балансе стран ЕС-25 за последние 30 лет, где ясно виден рост отрицательного баланса в последние годы.

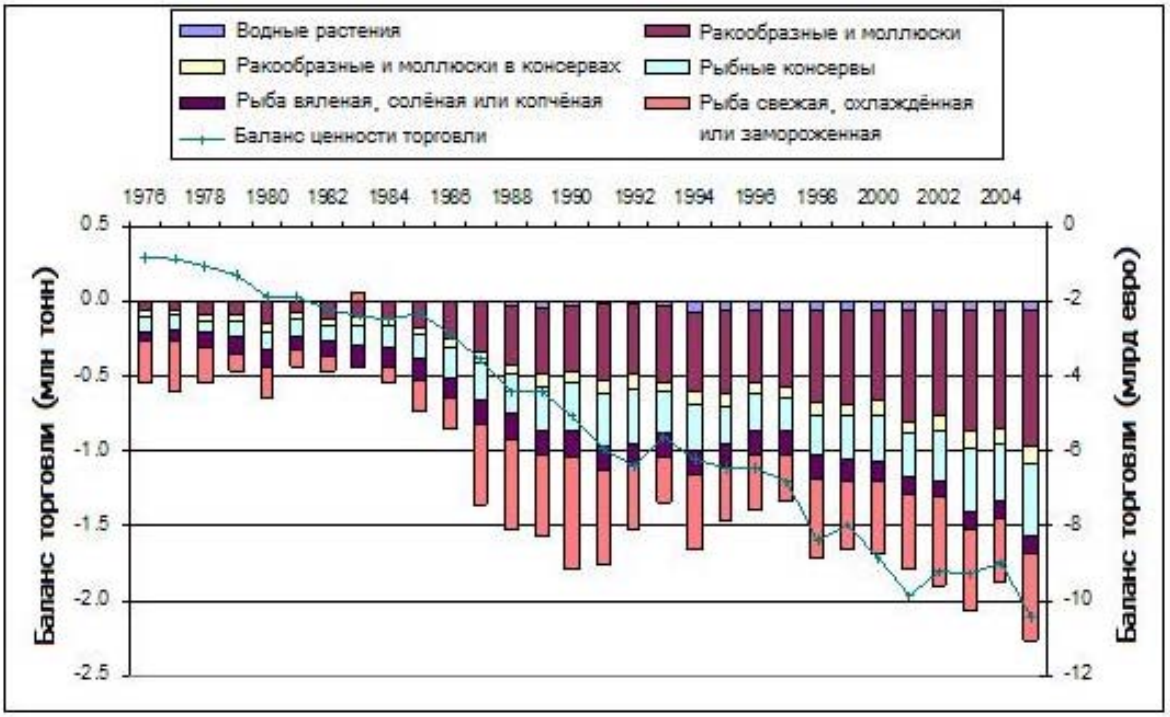


Рисунок 15. Тенденции в активном балансе торговли водными пищевыми продуктами с 1976 по 2007 год (Экспорт минус импорт, ЕС-25) (*Источник*: FAO, 2009b)

Баланс снабжения морепродуктами в Европейском Союзе может оцениваться на основании данных базы данных «FishStat» ФАО (FAO, 2009b; данные за 2007 год) о продукции и данных Евростат о торговле[60]. Оставляя без внимания колебания запасов, которые в случае замороженных и консервированных продуктов являются довольно значительными, баланс снабжения оценивается по следующей формуле: баланс снабжения = производство – экспорт + импорт (Ernst & Young *et al.*, 2008a). Если баланс выражен в виде объёма, все данные должны быть переведены в эквивалент живого веса с помощью коэффициентов преобразования (European Commission, 2009f)[61]. Для расчёта доли аквакультурной продукции в балансе снабжения необходимо провести, на основании экспертных оценок, анализ происхождения импортируемой и экспортируемой продукции с точки зрения метода производства (аквакультура или рыболовство).

[60] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/
[61] http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:123:0078:0085:EN:PDF

Согласно оценкам (Пакотт, личное сообщение, 2009), в 2008 году в Европу было импортировано около 1,65 млн тонн (в эквиваленте живого веса) искусственно выращенных морепродуктов, благодаря чему был восполнен имеющийся дефицит предложения морепродуктов.

Важнейшей группой является лосось в различных (главным образом свежих) формах, продукция которого равна 714 000 тоннам в эквиваленте живого веса (LWE), из чего 56 процентов составляет целая рыба, 43 процента – филе, и 1 процент – копчёная рыба. В ЕС (Дании и Польше) существует значительная переработка, производящая добавленную стоимость для дальнейшей торговли внутри Европейского сообщества. Малое, хоть и растущее количество продуктов из лосося (главным образом замороженных, консервированных или переработанных другими способами) также происходит из Чили (по крайней мере, происходило до почти коллапса чилийского лососеводства в 2009 году), Таиланда и Китая (последние две страны импортируют сырьё и повторно экспортируют переработанные продукты). По ценности импорт норвежского лосося значительно превышает все другие секторы. Его ценность достигает около 2 314 млн евро, что равно 81 проценту общей ценности импортированной аквакультурной продукции, составившей 2 851 млн евро в 2007 году. Импорт замороженных филе пресноводных видов, главным образом пангасиуса и тиляпии из Юго-Восточной Азии, показал очень заметный рост, быстро увеличившись с менее, чем 10 000 тонн (LWE) в 2002 году до 394 000 тонн в 2007 году. Мидии были третьей по величине группой импортной продукции, объём которой составил 134 000 тонн (LWE), из чего около 90 процентов поступают из Чили в переработанной форме. Единственной другой группой, достигающей значительных объёмов, были лаврак и дорада, общий импорт которых в 2007 году равнялся приблизительно 18 000 тонн (LWE) и происходил главным образом из Турции и Хорватии (Bostock *et al*., 2009).

Общий экспорт из ЕС в 2008 году был равен только 100 000 тонн (в эквиваленте живого веса) и состоял главным образом из ценной переработанной продукции стоимостью 300 млн евро. Шестьдесят восемь процентов этого экспорта составляли продукты из лосося, ценность которых равнялась 67 процентам общей ценности. Двумя крупнейшими странами-импортёрами были Соединённые Штаты Америки и Российская Федерация (хотя Соединённые Штаты всё ещё экспортируют больше лосося в ЕС, чем импортируют). Угорь составлял 12 процентов ценности экспорта, тогда как лаврак и дорада – 8 процентов. Важнейшим сектором после лосося были мидии, объём которых был равен 18 процентам, тогда как ценность – только 6 процентам, хотя их экспорт быстро растёт. Основными рынками для свежих мидий были Российская Федерация и Хорватия, тогда как переработанные мидии поставлялись в Соединённые Штаты Америки. Также наблюдался медленный, но постоянный рост экспорта устриц и форели, главным образом в Российскую Федерацию (Bostock *et al.*, 2009).

В балансе снабжения морепродуктами доля аквакультуры составляет около 22 процентов, однако существует большая разница между моллюсками (43 процента) и рыбами (15 процентов). Это чуть меньше, чем их уровни в производстве. Доля аквакультуры в импорте равна лишь 18 процентам, особенно потому что большая часть импортируемых в ЕС моллюсков происходит из промысла. Продукция аквакультуры играет малую роль в европейском экспорте (Пакотт, личное сообщение, 2009). Таблица 5 суммирует соответствующие данные за 2007 год.

Таблица 5. Доля аквакультуры (в процентах) в балансе снабжения ЕС (в эквиваленте живого веса)

2007	рыба	моллюски	**итого**
производство	14	52	**23**
импорт	13	34	**18**
экспорт	4	19	**7**
баланс снабжения	**15**	**43**	**21**

(Источник: компиляция на основании базы данных «Комэкст» Евростат и FAO, 2009a)

6.1.2 Продовольственная безопасность и требования по маркировке

Законодательство ЕС распространяется на все этапы производства, переработки, распределения и выпуска на рынок продовольственных продуктов, предназначенных для человеческого потребления. «Выпуск на рынок» означает владение продовольственными продуктами с целью продажи, включая предложение о продаже, либо любой другой форме передачи, бесплатной или нет, а также саму продажу, распределение и другие формы передачи данной продукции.

Стороны, заинтересованные в европейском секторе аквакультуры, относятся положительно к новым правилам по гигиене[62] (принятым в апреле 2004 года и применяющимся с 1 января 2006 года), возлагающим (среди прочего) первичную ответственность за продовольственную безопасность на операторов пищевого бизнеса, регулирующим процесс регистрации или разрешения отдельных предприятий пищевой промышленности и общее применение процедур, основанных на принципах HACCP. В число ключевых законодательных норм и директив входят специальные правила по гигиене, условия импорта и документы по проверке соответствия нормам, перечисленные ниже:

- Регламент (ЕС) № 853/2004 Европейского парламента и совета от 29 апреля 2004 года, устанавливающий особые гигиенические правила для пищевых продуктов животного происхождения. (Рыбные продукты упоминаются в Разделах VII и VIII Приложения III.) (European Commission, 2004a);
- Регламент Комиссии (ЕС) № 1662/2006 от 6 ноября 2006 года, изменяющий Регламент (ЕС) № 853/2004 Европейского парламента и совета от 29 апреля 2004 года, устанавливающий особые гигиенические правила для пищевых продуктов животного происхождения. (Текст действителен для Европейской экономической зоны.) (Данный регламент изменяет требования, относящиеся к пищевому рыбьему жиру.) (European Commission, 2006);
- Регламент (ЕС) № 854/2004 Европейского парламента и совета от 29 апреля 2004 года, устанавливающий особые правила организации официального контроля за продукцией животного происхождения, предназначенной для потребления в пищу (см. Живые двустворчатые моллюски в Приложении II и Рыбные продукты в Приложении III) (European Commission, 2004b);
- Директива 2004/41/ЕС Европейского парламента и совета от 21 апреля 2004 года, отменяющая некоторые директивы относительно пищевой гигиены и санитарных условий для производства и размещения на рынке некоторых продуктов животного происхождения, предназначенных для потребления людьми, и вносящая поправки в Директивы Совета 89/662/ЕЕС и 92/118/ЕЕС и Решение Совета 95/408/ЕС (European Commission, 2004c);
- Регламент (ЕС) 882/2004 Европейского парламента и совета от 29 апреля 2004 года по официальному контролю, осуществляемому для проверки соответствия требованиям пищевого законодательства и законодательства по кормам, нормам и требованиям к содержанию и здоровью животных (European Commission, 2004d);
- Регламент (ЕС) № 183/2005 Европейского парламента и совета от 12 января 2005 года, устанавливающий требования к гигиене кормов (European Commission, 2005d).

Одной из основных целей Стратегии развития европейской аквакультуры 2002 года[63] (European Commission, 2002a) было «обеспечение потребителям доступа к здоровым, безопасным и качественным продуктам, а также продвижение высоких стандартов здоровья и благополучия животных», путём предоставления максимального уровня защиты потребителей в отношении безопасности и качества продукции. Обычно считается, что эта была наиболее успешно выполненная из трёх основных целей.Тем не менее, хотя требования по продовольственной безопасности и её контролю существуют (по крайней мере, на уровне Европейского сообщества), темой, которой сейчас уделяется определённое внимание, является осуществление Регламента Комиссии (ЕС) № 2065/2001

[62] См. обзор законодательства по гигиене пищевых продуктов:
http://ec.europa.eu/fisheries/legislation/other/food_hygiene_en.htm
[63] COM(2002) 511 final, http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/aquaculture_processing/aquaculture/references_en.htm

от 22 октября 2001 г., определяющего подробные правила применения Регламента Совета (ЕС) № 104/2000 в отношении информирования потребителей о рыбных и морепродуктах (European Commission, 2001a), в котором предписывается размещение необходимого минимума информации для потребителей (торгового обозначения, метода производства и зоны вылова) в торговой точке, а также вдоль производственно-сбытовой цепи для облегчения отслеживаемости и контроля.

В 2006 году бельгийская организация защиты прав потребителей Test Achats произвела сравнительный анализ соблюдения закона в различных торговых точках (Jooken and Lauryssen, 2006). В то время как торговое обозначение присутствовало в 90 процентах выборки из трёх розничных торговых точек, метод производства упоминался только в 43 процентах бельгийских супермаркетов, менее чем у 5 процентов рыботорговцев и приблизительно на 10 процентах рынков. Test Achats, как член сети «Euroconsumer», сравнила свои результаты с тремя другими странами Европы, показав, что в Португалии полное соответствие директиве наблюдалось в 75 процентах выборки, по сравнению с 45 процентами в Италии, почти 50 процентами в Испании, но лишь 10 процентами полного соответствия в Бельгии. Это может послужить примером того, насколько неясным является для европейских потребителей происхождение покупаемой ими рыбы – что влияет также на их общие познания о рыбах и их отношение к выращиваемой рыбе.

6.1.3 Сертификация и органическая аквакультура

Пищевые скандалы и продовольственная безопасность являются темами, которые вызвали новый интерес в происхождении продуктов питания и прозрачных, поддающихся проверке системах отслеживаемости продовольственной продукции вдоль производственно-сбытовой цепи. При покупке морепродуктов европейские потребители желают подкрепить свой выбор, учитывая дополнительные параметры, в том числе, справедливую торговлю, благополучие животных и экологические аспекты, такие как защита чрезмерно эксплуатируемых рыбных запасов, расстояние от мест производства и продукты из местного сырья. Рынки ответили на это добровольными системами сертификации и маркировки, управляемыми на транснациональном уровне, однако часто основанными на различных стандартах и не включающими в себя «критерии полной устойчивости» (WWF, 2007).

Стандарты органической аквакультуры появились на рынке более или менее недавно и в настоящее время распространяются на относительно малое количество стран и видов. Одним из препятствий было отсутствие общих стандартов для рынков Европейского Союза и Соединённых Штатов Америки, однако это сейчас меняется. На мировом уровне существует около 30 неправительственных сертифицирующих организаций, 18 из них – в ЕС, где наиболее развитыми являются рынки Северной Европы, Германии, Австрии и Швейцарии. Основными объектами органического производства в ЕС являются лосось и форель, из которых продукция лосося сама по себе составила 12 500 тонн ценностью более 60 млн евро в 2008 году, что превышает 4 процента аквакультурной продукции ЕС (Bostock *et al*., 2009). Органическое производство лаврака и дорады составляет только несколько сот тонн в год, большая часть которых производится во Франции, но также, в растущей мере, в Греции.

1 января 2009 года вступил в силу новый Регламент Европейского совета[64] по органическому производству и маркировке органических продуктов. Он должен облегчить производство и маркировку органической продукции аквакультуры, поскольку прежде существовали только национальные стандарты. Пищевые продукты могут носить обозначение «органический» только если не менее 95 процентов их сельскохозяйственных ингредиентов являются органическими. Органические ингредиенты в неорганических пищевых продуктах могут быть указаны как таковые в списке ингредиентов, если они производились в соответствии с нормами органического производства. Для обеспечения лучшей прозрачности необходимо указать кодовый номер контрольного органа. Международная комиссия ФАО/ВОЗ «Кодекс Алиментариус» (ККА) разработала руководство по производству, переработке, маркировке и маркетингу органически

[64] Регламент Совета № 834/2007 (European Commission, 2007b)

произведённой продовольственной продукции (Codex Alimentarius Commission, 2009). ККА[65] публикует свод признанных Всемирной торговой организацией международных стандартов для поддержки гигиены продуктов питания и практики справедливой международной торговли.

Новый регламент Европейской комиссии[66] от 5 августа 2009 года устанавливает подробные правила органического аквакультурного производства животных и водорослей в целях осуществления положений вышеупомянутого регламента Совета. После года обсуждений с государствами-членами и обширных консультаций с репрезентативной группой экспертов в течение предыдущего года, он установил общий стандарт для различных типов аквакультуры рыб и моллюсков. Данный регламент рассматривает происхождение животных, правила животноводства, племенное дело, корма, профилактику болезней и ветеринарную медицину, уравновешивает существующие национальные правила и частные стандарты и содержит особые положения по моллюскам и водорослям.

Помимо органической сертификации, некоторые производители лосося в Великобритании приняли стандарт по благополучию животных (RSPCA Freedom Foods[67]), чтобы отличить свою продукцию. Тем не менее перспектива введения обязательного законодательства ЕС по благополучию выращиваемых водных животных вызвала распространение данной схемы во всей отрасли, т.к. фирмы пытались использовать факт добровольного принятия стандарта в свою пользу. Поэтому мелкие рыбоводы, перенявшие данный стандарт со стратегической целью отличить свою продукцию от продукции более крупных производителей (прежде обращавших больше внимания на экономию от масштаба) несут постоянные затраты на соответствие, тогда как их цены постепенно выравниваются. Несмотря на это, всё большее количество производителей применяют данный стандарт, поэтому ожидается, что всё больше рыбы будет производиться согласно стандартам благополучия рыб. Это может расцениваться как положительное изменение, кроме того, может привести к меньшей смертности от болезней, меньшему понижению качества и т.д., что уравновешивает потери от меньших надбавок к ценам.

Организации производителей также разработали системы аккредитации управления хозяйством, а также географической аккредитации (например, наименование места происхождения товара), чтобы производители получали большую долю от любой добавленной стоимости.

В то же время, Глобальный альянс аквакультуры (ГАА) создал ряд вертикально интегрированных стандартов «Лучшей аквакультурной практики» (ВАР)[68] для хозяйств, выращивающих креветок, тиляпию и канального сома, включая рыбопитомники и перерабатывающие цеха с комбикормовыми заводами. Планируются стандарты и по другим видам.

Сертификация также распространяется на производственно-сбытовую цепь и розничные торговцы быстро воспользовались этой возможностью, разработав собственные стандарты «лучшего управления хозяйством». Наиболее значительным из этих является стандарт «Бизнес для бизнеса» (B2B) GLOBALGAP (Всемирного партнёрства по надлежащей сельскохозяйственной практике), который в категории аквакультуры включает в себя лососёвых, креветок, пангасиуса и тиляпию и рассматривает критерии основной продовольственной безопасности, экологии, благополучия животных и социальной ответственности. Стандарт GLOBALGAP по лососю сегодня используется в производстве более 60 процентов всей выращиваемой продукции, что, бесспорно, является наибольшей рыночной долей, имеющейся у какого-либо стандарта по водным пищевым продуктам. Подобные стандарты особенно привлекательны для крупных производителей, желающих обеспечить себе долгосрочные контракты о поставках, позволяющие надёжно использовать эффект масштаба. После успеха знака экологического качества Морского попечительского совета (MSC) для промыслового рыболовства, одним из инициаторов которого был WWF, последняя организация, через свою инициативу «Диалоги по аквакультуре», запущенную при участии заинтересованных

[65] Комиссия «Кодекс Алиментариус»: www.codexalimentarius.net
[66] Регламент Комиссии (ЕС) № 710/2009 (European Commission, 2009g)
[67] www.rspca.org.uk/freedomfood
[68] www.gaalliance.org/bap/standards.php

сторон[69], также поддержала разработку ряда стандартов по управлению хозяйствами для двенадцати объектов аквакультуры: лосося, креветок, пангасиуса, тиляпии, морского ушка, форели, устриц, гребешков, мидий, прочих двустворчатых моллюсков, сериолы и кобии. Согласно заявлению, Аквакультурный попечительский совет (ASC) будет независимым органом, учреждённым в 2011 году для обеспечения сертификации по системе «Бизнес для потребителя». В промежуточный период WWF предлагает неисключительное партнёрство с другими надлежащим образом аккредитованными сертифицирующими органами – и, в частности, с GLOBALGAP в рамках их схемы B2B.

Итак, существует рынок стандартов/сертификации и маловероятно, чтобы на нём остался один «победитель».

В 2005 году Европейская комиссия в своём Коммюнике Совету, Европейскому парламенту и Европейскому социально-экономическому комитету[70] инициировала дебаты о подходе ЕС к системам маркировки продукции устойчивого рыболовства. После широких четырёхлетних споров Еврокомиссия собирается до конца 2009 года предложить текст Регламента Совета, определяющего минимальные критерии выдачи знака устойчивого рыболовства для продукции морского рыбного промысла. Целью является обеспечение юридической ясности в отношении некоторых минимальных критериев и процедур добровольных систем маркировки устойчивого рыболовства для рыбы и рыбных продуктов из морского рыбного промысла, выпущенных на рынок ЕС. Это подкрепит *Руководящие принципы ФАО по экологической маркировке рыб и рыбных продуктов из морского промыслового рыбоводства* (FAO, 2005, 2009e). Данный подход отличается от законодательства, относящегося к Схеме экологической маркировки Европейского сообщества (знак экологического качества «цветок»). В будущем Знак экологического качества Европейского сообщества может распространиться на продукцию рыболовства и аквакультуры, если результаты исследования, предписанного Европейским парламентом, докажут обоснованность их включения. Тем временем, в рамках регламента ЕС, в случае продукции аквакультуры, заявки могут подаваться только на органическую сертификацию, а в случае продукции рыболовства – на знак устойчивого рыболовства.

6.2 Ключевые проблемы и истории успеха

Европейский сектор аквакультуры может считаться очень успешным в случае некоторых сегментов и видов, в частности, лосося, форели, лаврака, дорады, тюрбо и мидий. В целом, Европа импортирует всё большую часть своих продуктов потребления и рыба не является исключением. Производство стран ЕС-27 замедляется в течение уже нескольких лет. Предлагался ряд причин, объясняющих неспособность европейского сектора аквакультуры удовлетворить растущий спрос, в том числе, недостаточная конкурентоспособность, неудовлетворительный маркетинг, отсутствие инвестиций в инновации, конфликты по поводу ресурсопользования, недостаток участков для расширения производства и законодательный груз.

SWOT-анализ, выполненный Бостоком и другими (Bostock *et al.*, 2009) и основанный на данных Ernst & Young, ANDI-COGEA и Eurofish (2008b), показывает наиболее ключевые вопросы европейской аквакультуры. Многие из них упомянуты в таблице 6, хотя и не в порядке важности или приоритетности.

6.3 Дорога в будущее

В то время как новая аквакультурная стратегия ЕС уделяет большое внимание роли государственных органов в обеспечении нового стимула развитию, акцент явно ставится на роль государств-членов, которые должны выполнять законодательство ЕС и способствовать дальнейшему развитию производства посредством национальных стратегий и законодательства. Это может относиться также к странам региона, не входящим в ЕС. На уровне ЕС аквакультура всё ещё не нашла своего места ни в рамках Морской политики, ни в рамках Общей рыбохозяйственной политики (CFP). *Оценка общей*

[69] www.worldwildlife.org/what/globalmarkets/aquaculture/aquaculturedialogues.html
[70] COM(2005)275 final, 29.6.05. (European Commission, 2005c)

организации рынков продукции рыболовства и аквакультуры (Ernst & Young, ANDI-COGEA and Eurofish, 2008b) ставит акцент на безопасность снабжения, необходимость лучшего качества и экологическую ответственность за производство в Европейском сообществе, неспособное конкурировать с импортированной продукцией ни по объёмам, ни по цене, а также на необходимость соответствия и согласованности политик по рынкам и ресурсам. Европейские ассоциации производителей рассматриваются как ключ к успешному осуществлению CFP.

Таблица 6. SWOT-анализ европейской аквакультуры (адаптировано из: Bostock *et al.*, 2009)

Факторы	Достоинства	Слабости	Возможности	Угрозы
Юридические и административные	Согласование на уровне ЕС создаёт «равные условия» и снижает затраты международного бизнеса.	Слабая или неэффективная стратегия на уровне Сообщества (например, EU, 2002). Разный уровень осуществления регламентов или внедрения директив ЕС. Сложные и пересекающиеся стратегии ЕС, влияющие на аквакультуру. Многие страны ЕС не имеют эффективных национальных стратегий.	Обеспечение органического включения аквакультуры в стратегии ЕС и отдельных стран.	Риск перенаправления государственных бюджетных ресурсов в управление кризисом промыслового рыболовства. Общая и децентрализованная координация НИОКР, а также действий в области маркетинга и рекламы. Неэффективное использование финансовых ресурсов
Наличие участков для производства	Соотношение подходящих участков или пресноводных ресурсов к земельным площадям или населению в Европе выше, чем на большинстве других континентов.	Доступ к новым участкам сильно ограничивается на основании охраны окружающей среды или морского пейзажа, либо вследствие конкуренции с развитием туризма.	Лучшее планирование прибрежной зоны для снижения конфликтов и оптимизации использования экологических услуг.	Консолидация и интернационализация сектора аквакультуры приведёт к потере поддержки заявок на новые участки местными заинтересованными партнёрами.

Факторы	Достоинства	Слабости	Возможности	Угрозы
Безопасность пищевых продуктов и другие аспекты, связанные с потреблением	Положительное мнение о воздействии морепродуктов на здоровье и растущее беспокойство по поводу устойчивости промыслового рыболовства.	Качество продуктов аквакультуры или производства часто подвергается сомнениям со стороны конкурентов.	Растущее сотрудничество по стандартам аквакультуры между производителями, участниками рынка и НПО.	Обилие знаков качества может запутать потребителей.
Здоровье и благополучие животных	Относительно мощное законодательство против внесения и распространения заболеваний рыб. Гармонизация законодательства по выдаче разрешений для рынка фармацевтических продуктов обеспечивает больший рынок, способствующий развитию. Доступность диагностики.	Ограниченный спектр разрешённых медицинских препаратов и вакцин. Сбор и анализ данных по заболеваниям гидробионтов недостаточен, чтобы отвечать на возникающие ситуации консультациями или изменением политики в реальном времени. Недостаток знаний о патогенах и механизмах их передачи у новых объектов выращивания.	Лучшие условия благополучия животных и управления здоровьем, вероятно, улучшат эффективность производства.	Риск появления заболеваний/ паразитов в отсутствие эффективных планов предотвращения или управления чрезвычайными ситуациями.

Факторы	Достоинства	Слабости	Возможности	Угрозы
Конкуренция третьих стран и вопросы рынка	Близость к крупнейшим в мире рынкам морепродуктов и продуктов с добавленной стоимостью. Покупательная способность сетей распределения оптовой торговли.	Требования отслежива-емости менее строги в случае импортной продукции. Недостаток информации по рынкам и по отрасли.	Уменьшение естественных промысловых запасов. Рост транспортных расходов внешних производителей. Рост производства переработанной продукции с добавленной стоимостью.	Конкуренция аквакультурных производителей из третьих стран. Отсутствие международных рекламных кампаний с центральной координацией
Вопросы технологии	Технологическая компетентность на всех уровнях производственно-сбытовой цепи – в частности, в области воспроизводства. Научно-исследовательские мощности высокого уровня.	Узкий спектр объектов выращивания. Разобщённость и рискованный характер отрасли может отпугнуть разработчиков технологий и инвесторов.	Применение технологий УЗВ для перемещения производства ближе к рынкам. Аквакультура вдали от берегов снижает экологические воздействия и обеспечивает новые уровни экономии от масштаба. Применение биотехнологий для улучшения стад, питания и контроля заболеваний.	Недостаток инвестиций в научные исследования и инновации может позволить другим регионам (например, Соединённым Штатам Америки) вырваться на первое место по технологиям.
Себестоимость производства	Экономия от масштаба улучшается по мере инвестиций в подходящие технологии.	Обычно высокая себестоимость (особенно из-за малой экономии от масштаба) по сравнению с промысловым рыболовством или другими источниками животного белка.	Перспективы снижения себестоимости посредством улучшения технологической эффективности и экономии от масштаба	Высокие транспортные расходы в некоторых зонах производства (Греция, Шетландские острова и др.) Растущие затраты на топливо и корма.

Факторы	Достоинства	Слабости	Возможности	Угрозы
Общественное мнение об аквакультуре	Источник качественного белка. Замена чрезмерно эксплуатируемых морских ресурсов.	Мнение об отрицательных экологических и социальных воздействиях. Отрасль недостаточно эффективно организована, чтобы ответить критикам из НПО.	Создание нового имиджа качественного питания, здравоохранения, заботы об окружающей среде и т.д. Обеспечение чёткого обозначения аквакультурного происхождения продукции.	Потеря покупателей из-за отрицательных кампаний, организованных НПО.
Прочее	Аквакультура становится всё лучше организованным коммерческим сектором, что повышает её шансы на инвестиционное финансирование	Ограниченная доступность кредитования и, зачастую, страхования для многих МСП вследствие факторов риска. Недостаток инновации в некоторых подсекторах Отсутствие своевременной и актуальной информации по отрасли и рынкам	Возможность обеспечения лучших связей между представителями практики, науки, образования и политики посредством достижений интернет-технологий	Возможное воздействие изменения климата на многие факторы производства

Вероятно, что европейский спрос на морепродукты, в целом, будет расти, поскольку на большинстве рынков Европы отмечается значительный рост спроса и большая гибкость рынков, которые открыты для новых видов рыб и моллюсков. Спрос на свежую рыбу продолжает доминировать в странах с высоким уровнем потребления, а также в тех, где прежде преобладала продукция в замороженной или консервированной форме. Кроме того, большинство розничных торговцев также продаёт с прилавков свежей рыбы размороженные продукты, главным образом из Азии. Стратегии покупок розничных торговцев сильно влияют на потребление, и увеличение снабжения продуктами европейского происхождения может быть для них привлекательной стратегией с точки зрения «углеродного следа» морепродуктов и качества европейской продукции. Тем не менее в центре их внимания остаётся продовольственная безопасность и цена.

Успех производителей европейских стран, по всей вероятности, будет зависеть от лучшего доступа к участкам с высоким качеством воды и упрощения национального законодательства о выдаче лицензий на производство на новых участках либо увеличение продукции на существующих. Ключевым вопросом является их организация (путём консолидации и сотрудничества) в целях

выпуска на рынок свежей рыбы продукции, удовлетворяющей потребительскому спросу, включая способность достижения экономии от масштаба в производстве, управлении, маркетинге и распределении, одновременно беря на себя максимальную ответственность за сведение к минимуму воздействий на окружающую среду и обращая повышенное внимание на благополучие рыб. Среди аквакультурных производителей будет в некоторой мере продолжаться вертикальная интеграция вперёд, особенно в целях производства продукции с добавленной стоимостью для распределения через каналы розничной торговли, хотя эффективное производство на каждом этапе производственно-сбытовой цепи останется более важным, чем вертикальная интеграция.

Представляется маловероятным, чтобы сертифицированная органическая продукция получила всеобъемлющую роль в Европе, хотя ограниченное органическое производство для определённых сегментов потребителей может продолжаться и даже расти, поскольку настоящий спектр продукции является очень узким. Значение европейского знака экологического качества может превзойти нынешнее органическое производство. Параллельно с текущим процессом разработки руководства ФАО по сертификации (FAO, 2009d), планируемое создание Аквакультурного попечительского совета является инициативой, за которой будет внимательно следить вся производственно-сбытовая цепь продукции аквакультуры. Тем не менее его воздействие на конкурентоспособность европейского сектора ещё неизвестна. В то время как в системе Морского попечительского совета существуют ограничения на сертификацию рыболовных промыслов, этого нет у ASC, где потенциально вся мировая продукция аквакультуры может быть сертифицирована. Для европейских производителей и импортёров возможным выбором может быть сертификация B2B, например, по стандартам GLOBALGAP.

Между продукцией аквакультуры и говядиной, свининой и птицей существует жёсткая конкуренция, хотя за последнее десятилетие наибольший рост отмечался в секторе аквакультуры. Последние сообщения уделяют особое внимание кормовым коэффициентам видов, получающих корма, содержащие рыбную муку. Международная организация по рыбной муке и рыбьему жиру (IFFO) приложила значительные усилия к публикации своих расчётов относительно «соотношения входящей и исходящей рыбы» (Fish In : Fish Out ratio), показавших, что для мировой аквакультуры данное соотношение равно 0,52. Это значит, что на каждую тонну выловленной в естественных условиях рыбы аквакультура производит 1,92 тонны товарной продукции (Jackson, 2008). Лососеводство по-прежнему является крупнейшим потребителем, с соотношением входящей и исходящей рыбы, равным 1,68, что означает, что на каждую использованную тонну целой дикой рыбы производится 0,595 тонны лосося. В то же время, на 100 кг корма можно произвести 65 кг филе лосося, но только 20 кг филе птицы или 13 кг свиного филе.

Потребность к исключительному использованию сырья, произведённого и добытого устойчивым образом, стала доминирующей тенденцией в кормах для рыб. Это растущее внимание проявилось в спорах о критериях качества кормов при разработке стандартов для сертификации аквакультурной продукции, а также в активности кампаний НПО в связи с управлением некоторых рыболовных промысловых зон, обеспечивающих рыбную муку и жир. Также имелись индивидуальные инициативы со стороны отдельных представителей розничной торговли и переработки, направленные на установление и поддержание особых стандартов устойчивости для аквакультурных кормов (Sustainable Fisheries Partnership, 2009). Пока ещё неясно, какую стратегию выберут ведущие представители розничной торговли, но нет сомнений, что лучшие знания и коммуникация вдоль всей производственно-сбытовой цепи, а также с потребителями, будут иметь большое значение в секторе морепродуктов, где европейские продукты, по сравнению с прочей продукцией аквакультуры и другими источниками животного протеина, занимают нишевое положение с относительно высокой стоимостью.

7. ВКЛАД АКВАКУЛЬТУРЫ В ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СОЦИАЛЬНОЕ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

7.1 Состояние и тенденции

7.1.1 Вклад аквакультуры в экономическое развитие

Общая валовая ценность продукции аквакультуры в рассматриваемых 49 странах Европы[71] в 2008 году составила около 9,4 млрд долларов США (FAO, 2010). На основании финансовых показателей всего рыболовного сектора предполагается, что валовая добавленная ценность европейской аквакультуры приблизительно равна 35 процентам валовой продукции (Таблица 7), тогда как за оставшиеся 65 процентов отвечает промежуточное потребление[72]. Это означает, что добавленная стоимость аквакультуры даёт чуть более 0,01 процента всего валового внутреннего продукта (ВВП) данного региона, составляющего 22,3 триллиона долларов США, что является относительно незначительным. Однако в абсолютном плане добавленная стоимость аквакультуры, равная 3,3 млрд долларов США (35 процентов от 9,4 млрд долларов), превышает ВВП Черногории. В последние годы отмечено снижение относительного значения аквакультуры в европейской экономике, поскольку темп развития сектора отстаёт от общего экономического роста региона.

Сектор аквакультуры играет важную роль в экономике Норвегии, Греции, Мальты и Фарерских островов (Таблица 7). В Норвегии валовая ценность продукции рыбоводства в 2008 году составила 3,1 млрд долларов США, что соответствует 33,2 процента ценности продукции европейской аквакультуры. Хотя на уровне страны аквакультура отвечает только за 0,2–0,3 процента общего ВВП Норвегии, в некоторых её прибрежных районах она играет более значительную роль: среди 19 фюльке (губерний) страны есть четыре, где доля аквакультуры в ВВП составляет от 2 до 3 процентов (Нурланн, Нур-Трёнделаг, Трумс и Согн-ог-Фьюране), и ещё 3, где её экономический вклад приблизительно равен 1–2 процентам (Финнмарк, Сёр- Трёнделаг, Хордаланн). В 2008 году продукты из выращенного лосося составили 1,8 процента общего экспорта Норвегии (Statistics Norway, 2010).

Относительное экономическое значение сектора рыбоводства является наиболее высоким на Фарерских островах, где он даёт более 3 процентов ВВП. Вследствие застоя промыслового рыболовства аквакультура подвергается большому давлению в социальном и экономическом плане, поскольку фарерский экспорт в исключительной мере зависит от рыбной продукции, составляющей 82 процента всего экспорта. В 2008 году выращенные лосось и форель составили 22 процента общей ценности экспорта с Фарерских островов (Statistics Faroe Islands, 2010).

В Шотландии сектор выращивания лососёвых также имеет важное общенациональное экономическое значение и вносит существенный вклад в экономику и экспортные доходы. Большая часть норвежского, шотландского и фарерского выращенного лосося поставляется в другие страны региона: Францию, Германию, Российскую Федерацию и Украину (как страны-потребители), а также Польшу и Данию (как перерабатывающие и реэкспортирующие страны). Перерабатывающая промышленность Польши и Дании (основанная на импортируемой выращенной рыбе в качестве сырья) является важным источником экспортных доходов обеих стран.

---

[71] Следует подчеркнуть, что аквакультура Европейского Союза (ЕС-27 в 2009 году) не представляет весь регион, поскольку, по ценности, она отвечала только за 50,2 процента общей европейской аквакультурной продукции в 2007 году.

[72] Концептуально общее «промежуточное потребление» равно разнице валовой продукции (приблизительно общей ценности продаж) и чистой продукции (валовой добавленной стоимости или ВВП). Таким образом, промежуточное потребление в бухгалтерском учёте является потоком, состоящим из общей денежной ценности товаров и услуг, потребляемых или используемых предприятиями в качестве средств производства, включая сырьё, услуги и различные другие эксплуатационные расходы. (См.: http://en.wikipedia.org/wiki/Intermediate_consumption)

Таблица 7. Экономическое и социальное значение аквакультуры в Европе

	Валовая продукция аквакультуры в 2008 году[73] (1 000 US$)	Общий номинальный ВВП в 2008 году[74] (1 000 US$)	Добавленная стоимость аквакультуры в % от общего ВВП (оценка)[75]	Количество занятых в аквакультуре лиц	Как % от общей занятости (округлено)
Фарерские острова	229 645	2 400 000	3,3%	632[76]	2,15 %
Норвегия	3 119 011	449 996 000	0,2%	4 894[77]	0,20 %
Кипр	38 440	21 277 000	0,1%	127[78]	< 0,05 %
Исландия	27 421	16 658 000	0,1%	н/д	н/д
Греция	544 071	356 796 000	0,1%	5 049[79]	0,10 %
Мальта	9 874	7 449 000	0,0%	105 [f]	0,05 %
Босния и Герцеговина	22 575	18 452 000	0,0%	662[80]	0,05 %
Молдова	5 757	6 048 000	0,0%	1282 [h]	0,10 %
Турция	649 372	794 228 000	0,0%	5 000 [h]	< 0,05 %
Македония, БЮР	5 933	9 521 000	0,0%	240 [h]	0,05 %
Ирландия	174 637	281 776 000	0,0%	1 998 [g]	< 0,05 %
Хорватия	41 210	69 332 000	0,0%	606 [h]	0,05 %
Албания	6 914	12 295 000	0,0%	2 500 [h]	0,25 %
Сербия	24 076	50 061 000	0,0%	1 100 [h]	0,05 %
Израиль	78 805	199 498 000	0,0%	н/д	н/д
Болгария	19 452	49 900 000	0,0%	141 [h]	< 0,05 %
Дания	129 432	342 672 000	0,0%	854 [f]	< 0,05 %
Великобритания	954 515	2 645 593 000	0,0%	3 580 [f]	< 0,05 %
Италия	810 375	2 293 008 000	0,0%	3 092 [f]	< 0,05 %
Испания	517 787	1 604 174 000	0,0%	11 928 [f]	0,05 %
Чехия	65 622	216 485 000	0,0%	2 167 [f]	0,05 %
Венгрия	45 818	154 668 000	0,0%	1 530 [f]	0,05 %
Франция	814 039	2 853 062 000	0,0%	21 600 [f]	0,10 %
Финляндия	65 778	271 282 000	0,0%	501 [f]	< 0,05 %
Украина	41 731	180 355 000	0,0%	8 000 [h]	0,05 %
Российская Федерация	364 590	1 607 816 000	0,0%	27 190 [h]	0,05 %
Португалия	54 487	242 689 000	0,0%	6 472 [f]	0,15 %
Нормандские острова	2 504	11 515 000	0,0%	н/д	н/д
Литва	9 776	47 341 000	0,0%	315 [f]	< 0,05 %
Польша	107 784	526 966 000	0,0%	2 000 [f]	< 0,05 %
Эстония	4 211	23 089 000	0,0%	100 [f]	< 0,05 %
Беларусь	10 805	60 302 000	0,0%	2 500 [h]	0,05 %
Нидерланды	148 150	860 336 000	0,0%	120 [f]	< 0,05 %
Румыния	26 816	200 071 000	0,0%	2 000 [h]	< 0,05 %
Словения	5 125	54 613 000	0,0%	254 [f]	< 0,05 %
Швеция	34 284	480 021 000	0,0%	200 [f]	< 0,05 %
Латвия	2 227	33 783 000	0,0%	426 [f]	0,05 %
Австрия	18 740	416 380 000	0,0%	500 [f]	< 0,05 %
Словакия	3 985	94 957 000	0,0%	233 [f]	< 0,05 %
Германия	142 773	3 652 824 000	0,0%	3 033 [f]	< 0,05 %
Швейцария	11 610	488 470 000	0,0%	н/д	н/д
Черногория	74	4 521 000	0,0%	150 [f]	0,05 %
Бельгия	773	497 586 000	0,0%	84 [f]	< 0,05 %
Другие		55 000 000			
Итого в регионе	**9 391 002**	**22 264 523 000**	**0,1%**	**123 183**	**0,03 %**

[73] *FAO, 2010*
[74] *World Bank, 2009*
[75] Добавленная стоимость сектора во всех странах была рассчитана как 35 процентов от общей продукции.
[76] Данные за декабрь 2008 года, *Statistics Faroe Islands, 2009*
[77] Данные за 2008 год, *Statistics Norway, 2009a*
[78] Данные за 2002-2005 год, *Salz* et al., *2006*
[79] Данные за 2006 год, *GSNSSG, 2009*
[80] *FAO, 2003-2010*

Рыбоводство также вносит существенный вклад в экономику Греции, Кипра и Мальты, где оно отвечает приблизительно за 0,1 процента ВВП (Таблица 7). В Греции сектор выращивания лаврака и дорады играет значительную роль во внешней торговле страны. В 2008 году ценность экспорта этих видов из Греции в Италию, Испанию и Францию составила почти 180 млн евро, что соответствует более чем 1 проценту общего экспорта страны (Globefish, 2009). Данные о ценности аквакультурной продукции, предоставленные Национальным бюро статистики Мальты (2009)[81], не совпадают с данными Fishstat Plus и Евростат; соответственно, добавленная стоимость сектора может значительно отличаться от данных, приведённых в таблице 7.

В абсолютном плане рыбоводство имеет большое экономическое значение – помимо Норвегии – в Великобритании (где ценность продукции составляет 950 млн долларов США), Франции (810 млн долларов), Италии (810 млн долларов), Турции (650 млн долларов) и Испании (520 млн долларов). Поскольку эти страны потребляют большое количество морепродуктов, основной движущей силой их аквакультуры является местный спрос, только шотландский лосось и турецкие лаврак и дорада в небольшой мере попадают на экспортные рынки.

Из стран с меньшим уровнем доходов, измеримое экономическое значение аквакультуры (0,05 процента от ВВП) в Боснии и Герцеговине и Молдове указывает на возможную роль аквакультуры в борьбе с нищетой, учитывая преобладание малых хозяйств в структуре рыбоводных предприятий. В обеих странах, так же как и в Албании, сектор аквакультуры растёт быстрыми темпами, что делает возможным увеличение его роли в будущем экономическом развитии. Поскольку все три страны являются странами с дефицитом продовольствия, их потребность в дальнейшем росте стабильна, а в случае Албании также имеются возможности для экспорта, учитывая адриатическое побережье, близость Италии (являющейся крупным импортёром морепродуктов) и низкий уровень заработных плат. Садковое выращивание лаврака и дорады в Албании началось десять лет назад и к 2007 году достигло 400 тонн, однако, из-за отсутствия питомников, оно сталкивается с проблемой дорогостоящей импортной молоди (FAO, 2006-2010).

7.1.2 Социальное значение аквакультуры, занятость

Большинство стран не предоставляет статистической информации о занятости в аквакультуре, поэтому сбор данных является очень трудной задачей. Тем не менее, учитывая хорошо известную консолидацию двух крупнейших подсекторов европейской аквакультуры (выращивание лососёвых и лаврака/дорады), национальные бюро/управления статистики Норвегии, Фарерских островов и Греции способны предоставить подробные данные о количестве рыбоводов, в том числе, по регионам, половой принадлежности или типу занятости. Таким образом, данные по занятости этих стран являются наиболее достоверными (Таблица 7). Намного труднее определить занятость в экстенсивной аквакультуре (карповодстве в Восточной Европе и мидиеводстве в Западной Европе); оценки различаются, отчасти вследствие большого значения семейных/мелких рыбных хозяйств и сезонной занятости.

Как упоминалось выше, три страны, где аквакультура имеет относительно наибольшее значение, отличаются консолидацией рыбоводного сектора. Эта консолидация была проведена в начале 2000-х годов из-за быстрого роста производства и нестабильности цен и привела к слияниям и приобретениям, направленным на рационализацию отрасли, поскольку увеличение концентрации имеет ценовые преимущества. Вследствие автоматизации, недавний рост продукции не привёл к такому же росту занятости (особенно в секторе лососеводства), что сделало данную отрасль намного менее трудоёмкой. В связи с этим, несмотря на относительно высокое экономическое значение аквакультуры в Норвегии, Греции и на Фарерских островах, данный сектор экономики не является значительным работодателем; другими словами, его вклад в занятость ниже, чем его вклад в ВВП. В Норвегии сектор лососеводства и форелеводства (производящий около 800 000 тонн в год) даёт работу приблизительно 5 000 человек. Таким образом, производительность труда на одного рабочего составляет более чем 250 000 долларов США добавленной стоимости. На Фарерских островах и в

[81] www.nso.gov.mt/statdoc/document_view.aspx?id=2561

Греции данные по занятости не разбиты по видовым группам, однако общее количество занятых (соответственно, 632[82] и 5 049 человек) и общий объём продукции (соответственно, 30 000 и 113 000 тонн) проливают некоторый свет на высокую производительность труда в секторах выращивания лососёвых и лаврака/дорады, поскольку эти виды являются доминирующими. В Греции добавленная стоимость на рабочего составляет 75 000 долларов США, тогда как на Фарерских островах она равна 95 000 долларов на весь сектор аквакультуры.

С другой стороны, следует подчеркнуть, что данные по занятости в Норвегии (и, вероятно, также в Греции и на Фарерских островах) включают только лиц, участвующих в выращивании рыбы. С консолидацией отрасли многие задачи, прежде выполняемые работниками отрасли, были переданы субподрядчикам (Rana, 2007). Аквакультура поддерживает много направлений деятельности, от производства средств производства до переработки и сбыта; например, в Норвегии 1 000 человек заняты в производстве кормов для рыб (FAO, 2005–2010). В большинстве стран занятость в секторе переработки более значительна, чем в самом рыбоводстве; однако данный сектор обслуживается также промысловым рыболовством.

Несмотря на отсутствие данных по отдельным видам в других странах, вышеупомянутое также относится к отрасли лососеводства в Шотландии и выращиванию лаврака/дорады в Турции и Испании. Интенсивное разведение осетровых, африканского сома, тюрбо и угря также характеризуется высокой производительностью труда и несколькими доминирующими производителями. В настоящее время одна компания, Stolt-Nielsen S.A., с продукцией около 4 000 тонн, отвечает за половину мировой продукции тюрбо, равную 8 000 тонн (Stolt-Nielsen S.A., 2009), однако ожидается, что недавно открытое хозяйство крупного холдинга Pescanova S.A. с 2010 года будет выращивать дополнительные 7 000 тонн в год, тем самым почти удвоив мировое производство (Pescanova, 2009). Поскольку разведение радужной форели является традиционным в Европе, существует много хозяйств (в том числе, семейных), занятых в данном подсекторе, большинство которых используют полуинтенсивную технологию в земляных прудах, но значительная часть общей европейской форелевой продукции происходит с крупных хозяйств, использующих интенсивные автоматизированные технологии.

В отличие от предыдущих подсекторов, традиционное экстенсивное моллюсководство и карповодство обеспечивают относительно больше работы сельскому населению. Во Франции, Португалии и Испании (где преобладает традиционное мелкомасштабное мидиеводство), а также в Российской Федерации, Украине, Чехии, Венгрии, Беларуси, Албании, Молдове, Бывшей Югославской Республике Македония и Сербии (где доминирует экстенсивная прудовая аквакультура) вклад аквакультуры в общую занятость выше, чем её относительное экономическое значение (Таблица 7). Это означает, что производительность труда в этих подсекторах значительно ниже, как правило, добавленная стоимость на рабочего не достигает 10 000 долларов США; иными словами, экстенсивное рыбоводство обеспечивает больше рабочих мест на единицу продукции.

В абсолютном плане, занятость в аквакультуре является наиболее высокой в Российской Федерации (27 200 человек), Франции (21 600 человек), Испании (11 900 человек), Украине (8 000 человек) и Португалии (6 500 человек). В относительном плане социальное значение аквакультуры является наивысшим на Фарерских островах (2,15 процента от общей занятости), хотя, в меньшей мере, аквакультура Албании, Норвегии, Португалии, Молдовы и Греции также является крупным работодателем, обеспечивающим 0,10–0,25 процента общей занятости (Таблица 7).

В таблице 8 показана занятость в аквакультуре в прибрежных территориальных единицах NUTS-2[83] государств Европейской экономической зоны. Данные указывают на то что, помимо Фарерских

[82] Данные по Фарерским островам включают в себя только служащих и работников – с учётом владельцев хозяйств и семейных хозяйств общая занятость может составить около 700–900.

[83] Номенклатура территориальных единиц для целей статистики (NUTS) является стандартом территориального деления стран, разработанным ЕС для статистических целей. Для каждого государства-члена ЕС определяются три иерархических уровня NUTS, от NUTS-1, относящегося к более крупным регионам, до NUTS-3, включающего в себя меньшие административно-территориальные единицы.

островов, в Европе есть только два региона (Алгарве в Португалии и Пуату-Шаранта во Франции), где зависимость от аквакультуры достигает 1 процента. Мы не имеем данных о региональном распределении аквакультуры в странах, не имеющих выхода к морю, однако можно предположить, что она очень редко бывает настолько концентрированной географически, чтобы иметь значительное социальное воздействие на уровне макрорегионов.

Таблица 8. Занятость в аквакультуре в некоторых прибрежных регионах NUTS-2 государств Европейской экономической зоны

Регион NUTS-2	Страна	Занятость в аквакультуре	Общая занятость	Коэффициент зависимости (занятость в аквакультуре как % от общей занятости)
Алгарве [a]	Португалия	6 053	191 000	3,17%
Пуату-Шаранта [a]	Франция	7 879	714 000	1,10%
Галисия [b]	Испания	9 000	1 105 000	0,81%
Северо-Шотландское нагорье и острова [a]	Велико-британия	1 989	273 000	0,73%
Северная Норвегия [c]	Норвегия	1 383	229 000	0,60%
Эпир [d]	Греция	715	131 500	0,54%
Центральная Греция [d]	Греция	1 170	223 000	0,52%
Нижняя Нормандия [a]	Франция	2 664	567 000	0,47%
Западная Норвегия [c]	Норвегия	1 755	425 000	0,41%
Бретань [a]	Франция	4 860	1 247 000	0,39%
Трёнделаг [c]	Норвегия	654	211 000	0,31%
Мурсия [b]	Испания	1 348	473 000	0,28%
Западная Греция [d]	Греция	660	270 700	0,24%
Приграничный, внутренний и западный регион [a]	Ирландия	1 027	459 000	0,22%
Лангедок-Руссильон [a]	Франция	1 676	808 000	0,21%
Пелопоннес [d]	Греция	421	251 600	0,17%
Аквитания [a]	Франция	1 458	1 090 000	0,13%
Центральная Македония [d]	Греция	931	757 000	0,12%
Страна Луары [a]	Франция	1 690	1 630 000	0,10%
Сардиния [a]	Италия	507	548 000	0,09%
Поморское воеводство [a]	Польша	630	684 000	0,09%
Южный и западный регион [a]	Ирландия	971	1 337 000	0,07%
Латвия [a]	Латвия	426	1 007 000	0,04%
Апулия [a]	Италия	527	1 247 000	0,04%
Эмилия-Романья [a]	Италия	746	1 849 000	0,04%
Дания [a]	Дания	854	2 707 000	0,03%
Андалусия [b]	Испания	715	2 585 000	0,03%
Венето [a]	Италия	503	2 004 000	0,03%

[a] Данные за 2002–2003 годы, *Salz* et al., *2006*
[b] Данные за 2004–2005 годы, *Salz* et al., *2006*
[c] Данные за 2008 год, *Statistics Norway, 2009a; Statistics Norway, 2009b* и *http://en.wikipedia.org/wiki/NUTS_of_Norway*
[d] Данные за 2006 год, *GSNSSG, 2009; Salz* et al., *2006*

Областями, в которых аквакультура обеспечивает значительное количество рабочих мест (более чем 2 500), являются регионы атлантического побережья, характеризующиеся традиционным мидиеводством и устрицеводством в рамках мелких семейных предприятий и кооперативов: Галисия (Испания), Пуату-Шаранта, Бретань, Нижняя Нормандия (Франция) и Алгарве (Португалия). Этот факт подтверждает высокую трудоёмкость экстенсивного моллюсководства, являющегося важным источником дохода для сельских общин и обеспечивающего 0,39–3,17 процента общей занятости. Современные подсектора аквакультуры, такие как выращивание лососёвых и лаврака/дорады, дают 0,31–0,75 процента общей занятости в отдельных прибрежных регионах Норвегии (Северная Норвегия, Западная Норвегия, Трёнделаг), Шотландии (Северо-Шотландское нагорье и острова) и Греции (Эпир, Центральная Греция). Однако, в меньшей мере, традиционное моллюсководство вдоль средиземноморского побережья также имеет существенную социальную роль в некоторых регионах Испании, Франции и Италии. Хотя это не указано в таблице, аквакультура является значительным работодателем также в некоторых территориальных единицах NUTS-2 стран, не имеющих выхода к морю, таких как Венгрия или Чехия, обеспечивая до 0,1 процента общей занятости. Мы не имеем данных о региональном распределении занятости в аквакультуре в государствах, не входящих в ЕС или ЕАСТ[84], таких как Российская Федерация или Турция.

Мужчины составляют большинство работников европейского сектора аквакультуры. Единственной страной, где в рыбоводстве доминируют женщины, является Российская Федерация (FAO, 2003–2010). Как правило, физическую работу на хозяйствах выполняют мужчины, тогда как женщины работают в бухгалтерии и секретариате, кроме моллюсководства, где женщины также участвуют в производстве и облове. В большинстве стран доля женщин в общей занятости не превышает 30 процентов (Рисунок 16). Относительно высокий процент женщин в аквакультурном секторе Испании и Франции объясняется относительно большим значением мидиеводства и устрицеводства (по крайней мере, с точки зрения занятости).

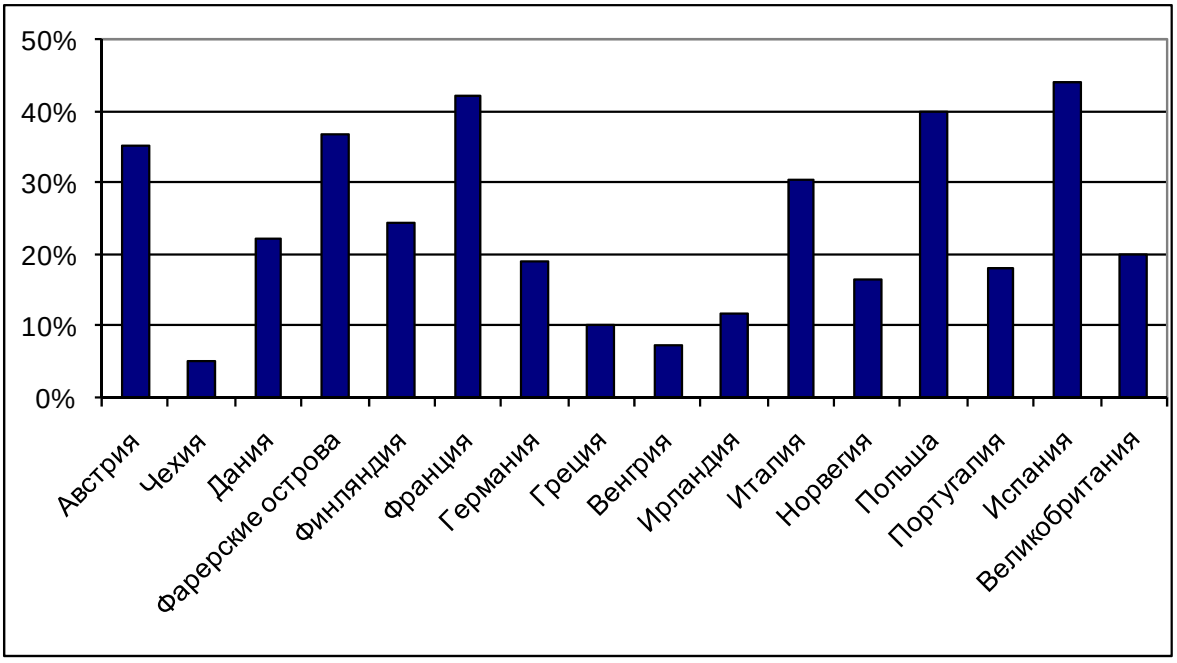


Рисунок 16. Доля женщин, занятых в аквакультуре в нескольких странах Европы (в процентах от общей занятости. *Источник*: Salz *et al.*, 2006)

В подсекторах экстенсивной аквакультуры, таких как прудовая аквакуультура, доля сотрудников с высшим образованием является низкой; большинство работников имеют начальное или среднее образование. Как правило, относительно наиболее образованными являются директора хозяйств.

[84] Европейская ассоциация свободной торговли (www.efta.int)

Ключевым вопросом в развитии аквакультуры в Центральной и Восточной Европы является развитие человеческих ресурсов (FAO/NACEE, 2007).

С другой стороны, среди работников аквакультурных подсекторов более высокого профиля (садковое выращивание лососёвых и лаврака/дорады) процент квалифицированных рабочих является более высоким из-за сложности технологии. Это особенно верно для подсекторов администрации и услуг аквакультурного сектора, где произошёл значительный сдвиг от неквалифицированной к квалифицированной рабочей силе, а также увеличилось количество работников, имеющих академическую квалификацию (Rana, 2007).

7.1.3 Вклад аквакультуры в продовольственное обеспечение

В случае стран с низким уровнем доходов аквакультура имеет большое значение в повседневном питании малоимущих сельских семей. В настоящее время единственной LIFDC (страной с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия) в Европе является Республика Молдова, хотя до 2007 года в эту группу также входили Албания, Беларусь и Босния и Герцеговина. С тех пор последние страны превысили порог доходов для LIFDC (валовой национальный доход около 1 700 долларов США на душу населения), однако они по-прежнему являются нетто-импортёрами продовольствия, что усугубляется их относительно низким уровнем доходов. Кроме вышеупомянутых стран, стоит проанализировать с точки зрения продовольственного обеспечения производство рыбы в Бывшей Югославской Республике Македония и Украине, поскольку эти страны также являются государствами с нижним средним уровнем доходов, в которых ВВП на душу населения не превышает 10 000 долларов США.

Из таблицы 9 видно, что местная аквакультурная продукция не играет большой роли в продовольственном обеспечении данных стран. Поскольку преобладающая часть выращенной рыбы потребляется на месте, продукция рыбоводства в Боснии и Герцеговине и Молдове даёт, соответственно, около 1,8 и 1 процента общего потребления животного белка.

7.2 Ключевые проблемы и истории успеха

Важно отметить изменения в структуре аквакультурных подсекторов более высокого профиля (таких как выращивание лосося и лаврака с дорадой). Стали явными корпоративная консолидация и растущая вертикальная интеграция аквакультурных компаний (занимающихся производством оборудования, кормов и посадочного материала, подращиванием и нагулом, переработкой и распределением, НИОКР). В результате многие малые и семейные хозяйства стали жертвами консолидации, были объединены или проданы национальным и международным компаниям. Во всём регионе снизилось абсолютное количество предприятий, занимающихся аквакультурой ключевых видов, тогда как продукция значительно выросла (Rana, 2007). В 2006 году в ЕС было 16 аквакультурных компаний с доходом, превышающим 20 млн евро, из которых восемь (семь греческих и одна испанская) производили лаврака/дораду, а четыре – лосося (все они в Шотландии). В Норвегии в данную группу входили 39 аквакультурных компаний, возможно, все они выращивали лососёвых. Семь крупнейших рыбных хозяйств Греции (все производящие лаврака/дораду) отвечают приблизительно за 80 процентов общей чистой прибыли от реализации продукции всех греческих рыбных хозяйств, тогда как четыре шотландских лососёвых хозяйства дают 70 процентов общей чистой прибыли от реализации продукции всех рыбных хозяйств, зарегистрированных в Великобритании (Ernst & Young *et al.*, 2008a).

Эти изменения были вызваны рядом факторов, важнейшими из которых являются снижение цен на рыбу, перестройка структуры рынка, где потребители обслуживаются многочисленными розничными магазинами, воздействия экологических факторов и конкуренция за пространство. «Созревание» отрасли, включающее в себя рост количества профессиональных предприятий, более эффективное производство, вертикальную интеграцию и развитие рынка, всё чаще рассматривается как очень значительная движущая сила (Rana, 2007).

Таблица 9. Вклад всей потребляемой и выращенной рыбы в повседневное питание в 2005 г.

Страна	Общее снабжение рыбой – видимое потребление (кг/чел./год)	Вклад рыбы в снабжение белком		Продукция местной аквакульт-туры (кг/чел./год)	Оценочный вклад рыбы местного производства в снабжение белком	
		Рыба/ животный белок (%)	Рыба/ общий белок (%)		Рыба/ животный белок (%)	Рыба/ общий белок (%)
Албания	4,5	2,7	1,4	0,47	0,3	0,1
Беларусь	15,5	8,5	4,7	0,42	0,2	0,1
Босния и Герцеговина	7,3	7,1	2,3	1,81	1,8	0,6
Молдова	11,4	9,5	4,1	1,15	1,0	0,4
Македония, БЮР	4,8	4,2	1,7	0,43	0,4	0,2
Украина	16,7	12,3	5,5	0,61	0,5	0,2

Источник: FAO, 2009a; FAO, 2009b

Тем не менее тенденции концентрации, автоматизации и повышения производительности труда (иными словами: снижения числа работников на единицу продукции) создают проблемы социальной устойчивости. Изначально предполагалось, что аквакультура улучшит сельскую занятость (учитывая снижение промыслового рыболовства) и региональное развитие, но, как выразилась ЕВРОФИШ по поводу лососеводства в Норвегии, оно «теперь начинает выглядеть как низкоприбыльное товарное производство с преобладанием крупных международных групп» (EUROFISH, 2003).

Хотя рост количества акционерных обществ повысил шансы широкой публики на владение биржевыми акциями аквакультурных компаний, маловероятно, чтобы подобное распределение доходов способствовало развитию села, поскольку выгоды от аквакультуры не затрагивают местное население, принимающее участие в отрасли только в качестве рабочих.

7.3 Дорога в будущее

В настоящее время абсолютное большинство населения, занятого в европейской аквакультуре, работает в экстенсивной прудовой аквакультуре и моллюсководстве, несмотря на их относительно меньшее значение по объёмам и ценности продукции. Тем не менее низкие показатели производительности поднимают вопрос о конкурентоспособности. Бесспорно, что данные подсектора аквакультуры вот уже некоторое время находятся в состоянии стагнации и не могут соревноваться с бумом подсекторов марикультуры. Спрос на традиционную продукцию экстенсивного карповодства не растёт и оно должно искать новые пути для повышения ценности своей продукции (через нишевые продукты и диверсификацию). Как правило, одной из основных целей развития села является повышение продуктивности сельского хозяйства без снижения занятости. Другими словами, при развитии традиционных форм аквакультуры следует принимать во внимание как социальные, так и экономические аспекты устойчивости, одновременно избегая создания крупных доминантных концернов из малых и средних предприятий. Распределение экономических выгод (доходов и/или заработных плат) в аквакультуре Восточной Европы должно быть менее концентрированным, чем в лососеводстве. Есть возможности для расширения дальнейших усилий по улучшению трудовых навыков и способностей.

8. ВНЕШНИЕ НАГРУЗКИ НА СЕКТОР

8.1 Состояние и тенденции

На будущее развитие европейской аквакультуры может повлиять широкий спектр внешних факторов, что, вероятно, скажется на её конкурентоспособности и долгосрочной устойчивости. Данные факторы могут быть суммированы следующим образом:

- экологические факторы (изменение климата и погодного режима, проблемы болезней рыб, изменения в доступности естественных запасов посадочного материала, а также воздействия промышленных и прочих загрязнений);
- колебания в исходных ресурсах сектора (естественных запасов посадочного материала, снабжения рыбной мукой и жиром, доступности запасов посадочного материала моллюсков и прочих гидробионтов, стоимости энергии и рабочей силы и т.д.);
- торговля (изменения торговой политики и тарифов);
- правительственная политика (регулятивные основы);
- финансовые факторы (инвестиции, курсы обмена и процентные ставки, уровни налогообложения, страховые оценки и взносы);
- факторы конкуренции (новые виды, новые формы продукции, новые производители);
- глобальные и региональные экономические кризисы (изменения потребительских предпочтений и покупательной способности).

Из этих, большинство подсекторов в Европе чувствительны к изменениям экологических факторов, что связано с расположением аквакультурных хозяйств в прибрежных или эстуарных зонах либо, в Центральной Европе, вблизи крупных речных сетей, а также с длинным производственным циклом (в некоторых случаях до 3 лет), в течение которого производственные стада подвержены различным факторам риска.

8.1.1 Изменение климата

Несмотря на важность изменения климата на уровне мировой политики и его потенциальных последствий для рыболовства и аквакультуры (Cochrane *et al*., 2009), его возможные воздействия на европейскую аквакультуру мало описаны. Как показано в ряде анализов воздействия изменения климата на всемирную аквакультуру (например, Handisyde *et al*., 2006), воздействия на аквакультуру Европы также будут последствием изменений поверхностной температуры морей, изменений течений и ветров, повышения уровня моря, увеличения частоты/силы штормов, более высокой температуры континентальных вод, наводнений, засух и других типов водного стресса, например, ухудшения качества воды.

Большинство форсайт-анализов аквакультуры, проведённых за последние годы в Норвегии (Research Council of Norway, 2005) и на уровне ЕС (FEUFAR, 2008a,b), упоминают изменение климата и его воздействия как важнейшие движущие силы, влияющие на будущие сценарии, и отмечают необходимость научных исследований для изучения воздействий на двух различных уровнях, а именно, на уровне понимания воздействий и уровне адаптации секторов рыболовства и аквакультуры.

Сдвиги в производстве и выборе видов. Научно-исследовательский совет Норвегии финансировал ряд исследований по воздействиям изменения климата на норвежскую аквакультуру, что, естественно, также повлияет на снабжение и производство во всей Европе. Основные выводы исследований, главным образом изучающих воздействия поверхностных температур морей (Research Council of Norway, 2005), относятся к выбору объектов производства и изменению зон производства важнейших объектов. Лососёвые (и тресковые) хозяйства, как правило, расположены в центральной Норвегии, тогда как, согласно Институту морских исследований (IMR), в центральных и северных регионах страны в летний период могут стать привычными температуры океана, превышающие 18 °C

(Lorentzen and Hannesson, 2006). Настолько тёплые воды неблагоприятны для выращивания как лосося, так и трески, поэтому производство этих видов должно быть смещено далее к северу.

Наоборот, более высокие температуры океана могут позволить успешное производство у юго-западных берегов Норвегии таких видов, как тюрбо, гребешки и омары.

Более высокое инфекционное давление и большее количество побегов. Паразитические морские вши, представляющие собой важнейшую проблему для сектора лососеводства, размножаются значительно быстрее в тёплых водах. Поэтому, в то время как повышенная скорость роста лосося в тёплой воде может сократить производственный цикл, инфекционное давление вшей также должно увеличиться, как в выращиваемых, так и в естественных популяциях. Повышение частоты паразитических, а также бактериальных заражений (таких как бактерия *Francisella piscicida*, воздействующая на треску) может привести к большему стрессу в рыбах и, как следствие, подавлению их иммунной системы.

Кроме того, экстремальные ветровые условия, вызванные изменением климата, могут привести к более частым и обширным повреждениям рыбоводных садков, что увеличивает риск побегов рыб. Центр инноваций на базе исследований в области технологий аквакультуры (CREATE[85]), созданный в рамках SINTEF, изучает деятельность и проектирование рыбных хозяйств для снижения вероятности и масштаба инцидентов, связанных с побегами животных. Научно-исследовательский совет Норвегии запустил десятилетнюю научно-исследовательскую программу по изменению климата и его воздействиям в Норвегии (NORKLIMA).

Научно-исследовательский проект 7РП ЕС «Prevent Escape»[86] оценит технические и функциональные причины инцидентов, связанных с побегами животных, и масштаб попадания гамет и рыб в окружающую среду, определит врождённые формы поведения, предрасполагающие отдельные виды рыб к большей вероятности побегов, и изучит распространение сбежавших из аквакультуры экземпляров с целью разработки и испытания стратегий для их повторного вылова. Полученная в данных компонентах проекта информация будет использоваться в исследованиях, направленных на улучшение функционирования хозяйств и производства оборудования, а также продвижение национальных и международных стандартов проектирования, изготовления и использования аквакультурного оборудования. Эти исследования позволят определить практические, применимые меры для предотвращения побегов и смягчения их последствий.

Эта заинтересованность научно-исследовательской общественности Норвегии в обеспечении знаний, необходимых для формирования будущей политики по прибрежной зоне и территориального планирования, является примером, в различной мере повторённым другими странами Европы.

Водные ресурсы и аквакультура во внутренних водоёмах. Одним из основных вопросов, связанных с прудовой аквакультурой Центральной и Восточной Европы, является валоризация сектора, то есть присвоение стоимости для обеспечиваемых сектором экосистемных услуг. Одной из них является буферный эффект прудов на доступность воды, будь то излишек (наводнения) или недостаток (засухи).

Несмотря на ограниченность литературных данных по данному вопросу, ясно, что аквакультурная деятельность в прудовых и речных системах влияет на гидрологический режим близлежащих областей. Например, управляемые пруды в Польше обычно интенсивно заполняются ранней весной, когда уровни воды в реках являются высокими. В летние месяцы они действуют как полуестественные водохранилища, используемые многими животными (в том числе, многими видами птиц, находящихся под угрозой вымирания) как обильный источник воды, а в случае засухи они также представляют собой потенциальные аварийные резервуары воды для сельского хозяйства

[85] www.sintef.no/Projectweb/CREATE/
[86] www.sintef.no/preventescape

и, возможно, других промышленных целей. Очень вероятно, что неуправляемые пруды (хозяйства) не имеют описанного выше буферного эффекта на водные ресурсы, поскольку они быстро становятся изолированными или обмелевают вследствие заиления и, возможно, высыхают за несколько лет.

8.1.2 Другие факторы

Исходные ресурсы сектора. Одним из основных вопросов, связанных с устойчивостью европейского сектора аквакультуры, является доступность рыбной муки и рыбьего жира, поскольку рыбоводство региона основано главным образом на хищных видах. Хотя использование рыбной муки и рыбьего жира в Европе в последние годы показывало уменьшающуюся тенденцию вследствие снижения их доли в аквакультурных кормах и улучшения кормовых коэффициентов, оно тем не менее остаётся критическим вопросом.

Одной из европейских инициатив является проект «QUEST-Fish»[87], оценивающий с 2007 года первичную продукцию (фитопланктона) и вторичную продукцию (зоопланктона) в ключевых прибрежных океанических промысловых зонах мира в зависимости от различных сценариев изменения климата; разрабатывающий зависящие от климата модели биомассы и продукции рыб; изучающий социально-экономические последствия изменений, вызванных климатом, в производстве рыб для глобальных товаров, основанных на рыбах, таких как рыбная мука, а также разрабатывающий лучшие способы оценки чувствительности рыбного хозяйства к будущим изменениям климата с учётом других движущих сил изменений: колебаний предложения и спроса, сценариев управления и макроэкономических изменений (например, цен на топливо).

Снабжение посадочным материалом (особенно двустворчатыми моллюсками) также имеет большое значение для будущего сектора и связано с естественной продукцией спата и доступом к его естественным скоплениям в целях сбора. Разработка технологий воспроизводства двустворчатых моллюсков обычно хорошо развита в Европе, несмотря на малое число действующих коммерческих питомников.

Стоимость энергии также является важной для большинства производителей. Однако промысловое рыбоводство, как правило, потребляет больше энергии, чем аквакультурное производство, и если цены на энергию в будущем стабилизируются на более высоком постоянном уровне, это даст аквакультурным производителям относительное преимущество перед продукцией промыслового рыболовства.

Торговля. Вероятно, что аквакультура Европы будет развиваться, опираясь на производство нишевых продуктов (главным образом свежей и первично переработанной рыбы) на суше в пресных водоёмах и прибрежных водах, а также на производство двустворчатых моллюсков в прибрежных и эстуарных районах. Поскольку ожидается, что импорт аквакультурной продукции (главным образом из Юго-Восточной Азии), по меньшей мере, останется на нынешнем уровне (или, вероятно, даже увеличится по мере роста спроса), вопросы глобальной торговли в значительной мере повлияют на сектор. Несмотря на текущие проблемы, Чили, вероятно, снова станет поставщиком замороженного лосося для европейской перерабатывающей промышленности.

Дальнейшие вопросы торговли и рынков рассматриваются в Главе 6.

Финансирование и страхование. Повреждения от штормов уже сейчас отвечают за значительную часть страховых претензий в аквакультуре. В Испании, по оценке «Агросегуро» – страхового пула из более 40 страховых компаний, совместно осуществляющих страхование аграрных рисков, – претензии, связанные с погодными рисками будут расти, как в прибрежном секторе страны, так и в пресноводном форелевом секторе, уже несколько лет испытывающем проблемы вследствие засухи.

[87] http://web.pml.ac.uk/quest-fish/background.html

Если признать вероятным, что в будущем интенсивность экстремальных погодных явлений будет расти, их воздействия на общую продукцию аквакультуры (прибрежную и наземную), вероятно, будут проявляться на уровне управления риском, в котором страхование, безусловно, является важным фактором. Будущие инвестиции в аквакультурное производство могут иметь не меньшее значение, особенно в регионах, подверженных риску из-за погодных условий и/или постройки сооружений вдали от берега.

8.2 Дорога в будущее

На стратегическом уровне. Использование географических информационных систем (ГИС) для территориального управления в аквакультуре является мощным средством поддержки национальных планов и стратегий развития аквакультуры (например, при подаче проектов для получения поддержки из Европейского рыбохозяйственного фонда) и часто применяется в исследованиях, направленных на регистрацию изменений климата и составление рекомендаций относительно будущей стратегии. Европейская морская стратегия (European Commission, 2008a) подчёркивает важность территориального планирования и его эффекты, распространяющиеся на различные сектора. Новая аквакультурная стратегия Европейской комиссии (European Commission, 2009a,b) рекомендует государствам-членам создавать больше зон аквакультурного производства и/или пересмотреть систему выдачи лицензий для существующих хозяйств.

Таким образом, европейские стратегические решения, опирающиеся на науку, могут сыграть критическую роль в будущем аквакультуры региона, возможно, уделяя особое внимание вопросам продовольственного обеспечения граждан Европы (которые не были частью политической повестки дня со времени принятия Общей сельскохозяйственной политики и Общей рыбохозяйственной политики).

Учитывая возможные благоприятные воздействия некоторых изменений окружающей среды на продуктивность отдельных секторов аквакультуры (например, лучший рост при более высокой температуре воды; обогащение питательными веществами в зонах моллюсководства), существует относительно высокий потенциал для пересмотра аквакультурной политики в целях повышения продукции европейских стран.

Тем не менее, это должно происходить параллельно с общеевропейскими действиями по маркетингу и рекламе, которые, до сих пор, большей частью осуществлялись на уровне отдельных государств-членов. В этом отношении возможное создание Европейской комиссией новой «Европейской обсерватории рынка продукции рыболовства и аквакультуры» может сыграть значительную роль в сборе и анализе информации по торговле и рынкам.

На политическом уровне. Межпарламентская группа Европейского парламента по устойчивому развитию (ISD) обеспечивает для депутатов Европейского парламента форум для межсекторального и межпартийного ознакомления, обсуждения и формирования политики, направленной на устойчивое развитие, опираясь на независимые экспертные оценки и участие заинтересованных сторон. В феврале 2009 года ISD была переименована в Межпарламентскую группу Европейского парламента по изменению климата, биоразнообразию и устойчивому развитию (EP/ICCBSD), однако её работа по-прежнему основана на принципе устойчивого развития. В её миссию теперь входит также изучение взаимодействий изменения климата и биологического разнообразия, а её основными целями являются следующие:

- содействие применению концепций смягчения последствий изменения климата и адаптации к нему, а также устойчивости биоразнообразия к данным воздействиям;
- распространение знаний о проблемах, связанных с изменением климата и биоразнообразием, и методах их решения;
- проверка соответствия оценки актуальных потребностей требованиям осуществления программ по изменению климата и биоразнообразию;

- поддержка и объединение ключевых игроков секторов и институциональных органов, участвующих в решении проблем изменения климата и биоразнообразия, путём формирования синергического подхода.

Как интерпарламентская группа Европейского парламента, EP/ICCBSD может определять критические препятствия, мешающие разработке и принятию политики и мер «наилучшей практики» и разрабатывать новые подходы, законодательные нормы и материалы для обсуждения. Её связи с Комитетом рыбного хозяйства Европейского парламента обеспечивают новые возможности для продвижения на политический уровень вопросов о воздействиях внешних нагрузок на сектор европейской аквакультуры.

В данном процессе потребность в знаниях о воздействиях изменения климата на европейскую аквакультуру имеет критическое значение. Несмотря на увеличение нашей базы знаний об общих воздействиях на экосистему и о биологии некоторых морских гидробионтов (например, OSPAR, 2009a), кажется, что в настоящее время она не имеет тесной связи в аквакультурой, что мешает возможности фактического использования данных знаний европейскими производителями и политиками для развития аквакультуры в регионе.

9. РОЛЬ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ: ИССЛЕДОВАНИЯ, ОБУЧЕНИЕ, ИНФОРМАЦИОННО-КОНСУЛЬТАЦИОННЫЕ УСЛУГИ И СЕТИ

Хотя Европа, в целом, обладает относительно богатой научно-исследовательской средой в области аквакультуры, последняя является очень неоднородной и фрагментированной между государственными и частными институтами, университетами и другими высшими учебными заведениями, а также частными компаниями. Существуют значительные параллелизмы между научно-исследовательскими программами и в вопросе распространения результатов. Особой проблемой остаётся внедрение научных разработок. Языковое разнообразие препятствует коммуникации и сотрудничеству, а также усвоению и внедрению научных результатов в некоторых европейских странах, особенно в случае малых предприятий.

9.1 Обзор научно-исследовательских и образовательных структур

В 2000 году ЕС создал **Европейское исследовательское пространство** (ERA), сформировав единое европейское пространство, имеющее следующие цели:

- Позволить учёным свободно перемещаться и общаться, пользоваться инфраструктурой мирового уровня и работать с превосходными сетями научно-исследовательских институтов.
- Осуществлять эффективный обмен, передачу, оценку и использование знаний в социальных, деловых и политических целях.
- Оптимизировать и запускать европейские, национальные и региональные научно-исследовательские программы для поддержки наилучших исследований в Европе и координировать их для совместного решения основных проблем.
- Устанавливать тесные связи с партнёрами во всём мире, чтобы Европа получала пользу от всемирного прогресса знаний, вносила свой вклад в мировое развитие и играла ведущую роль в международных инициативах, направленных на решение глобальных вопросов.

ERA старается побуждать лучших талантов заниматься научно-исследовательской работой в Европе, а отрасль – вкладывать больше ресурсов в европейские исследования, чтобы способствовать цели ЕС – перенаправлению 3 процентов ВВП в научные исследования, а также оказывать посильное содействие созданию устойчивого роста и рабочих мест. Оно, вместе с завершением формирования единого рынка, европейской «инновационной стратегией с широкой основой» и созданием Европейского пространства высшего образования, стало одним из центральных столпов «Лиссабонской стратегии» ЕС, направленной на поддержку роста и занятости.

После общественной консультации, проведённой в 2007 году, Еврокомиссия и государства-члены в 2008 году запустили так называемый «Люблянский процесс» для организации общего политического управления ERA. Одновременно был составлен *Стратегический облик Европейского исследовательского пространства на 2020 год*, принятый Советом ЕС в декабре 2008 года.

Общий стратегический облик сформулирован следующим образом: «*В 2020 году все игроки в полной мере пользуются «пятой свободой» ERA: свободным движением учёных, знаний и технологий. ERA обеспечивает привлекательные условия и эффективное управление для исследований и инвестиций в европейские сектора, требующие значительных НИОКР. Оно создаёт большую добавленную стоимость, поддерживая здоровую общеевропейскую конкуренцию в области научных исследований, одновременно обеспечивая подходящий уровень сотрудничества и координации. Оно реагирует на потребности и стремления граждан и эффективно содействует устойчивому развитию и конкурентоспособности Европы*[88]».

Подробный перечень научно-исследовательских организаций и программ в области рыбного хозяйства по отдельным странам, охватывающий Европейский Союз, Исландию, Израиль и

[88] http://ec.europa.eu/research/era/2020_era_vision_en.html

Норвегию (European Commission, 2000b), содержит детальную информацию о научно-исследовательской инфраструктуре, бюджете и организациях, однако он был составлен до основного расширения ЕС в 2004 году (т.е. не включает в себя многие страны Евросоюза). С тех пор базы данных онлайн, такие как базы данных центра ЕврОкеан[89], становятся всё более всеобъемлющими.

Морская политика ЕС (European Commission, 2007a) определяет «развитие экологически безопасной аквакультурной отрасли в Европе» как одну из своих целей. В рамках плана, направленного на достижение данной цели, она формулирует необходимость повышения роли научных исследований в инновации и улучшения преобразования знаний и навыков в промышленные продукты и услуги. Двумя ключевыми мерами, содействующими этому, являются учреждение Сети морских наблюдений и данных ЕС, а также создание Европейского партнёрства по морской науке для согласованного диалога между научной общественностью, отраслью и политиками.

Научные исследования ЕС делятся на многолетние рамочные программы, обеспечивающие связь между конкретными рабочими программами и политикой ЕС и фокусирующиеся на исследованиях, требующих не только национального, но и общеевропейского подхода. Шестая рамочная программа Европейского Союза (6РП, 2000–2006) профинансировала 458 морских научно-исследовательских проектов, сумма грантов которых составила более чем 848 млн евро. Данные, предоставленные Еврокомиссией Неформальной организации бюро по связям НИОКР (IGLO) в Брюсселе в 2008 году, перечисляют дальнейшие 124 морских научно-исследовательских проекта (сумма грантов 297 млн евро), финансированные до настоящего момента из 7РП (2007–2013).

В общей сложности, 159 финансированных проектов в области рыболовства и аквакультуры были поддержаны за счёт 6РП (European Commission, 2008c), направленной на решение следующих целей:

- решение проблем отраслевой политики посредством практических прикладных исследований в рамках краткосрочных проектов;
- поддержка выдающегося уровня науки в приоритетных тематических областях качества и безопасности пищевых продуктов;
- развитие международного сотрудничества между МСП и их научно-исследовательской деятельности по конкретным темам;
- наращивание потенциала посредством большей мобильности учёных (программа Марии Кюри);
- содействие координации научно-исследовательских программ между государствами-членами.

Для достижения данных целей были обеспечены новые научные средства, а именно, создание крупных интегрированных проектов с участием многочисленных партнёров (например, «SEAFOODplus» и «AquaMax»[90]) и тематических сетей в таких областях, как геномика морских гидробионтов и племенное дело в аквакультуре.

Следует отметить, что новые государства-члены (НГЧ) ЕС всё ещё довольно мало представлены в схемах финансирования ЕС. Количество учёных в новых государствах-членах равно 14 процентам от общего количества учёных ЕС, но они представлены только в 11,2 процента предложений, достигающих последнего этапа оценки, и составляют 9,3 процента всех кандидатов, выбранных для получения грантов (Notman, 2009). Отчёт европейской сетевой сессии «*Лучшая интеграция новых государств-членов (НГЧ), стран-кандидатов и ассоциированных стран (АС) в ИКТ 7РП*», рассматривающий данную проблему[91] выявил следующие проблемы (данное мероприятие фокусировалось на информационно-коммуникационных технологиях, однако большинство названныых проблем действительны также для аквакультуры):

[89] www.eurocean.org, www.mrtd.eurocean.org/
[90] www.seafoodplus.org, http://www.aquamaxip.eu
[91] http://ec.europa.eu/information_society/events/cf/ict2008/item-display.cfm?id=555

- Отсутствие долгосрочных, устойчивых национальных политик, стратегий, приоритетов и программ. Недостаточность финансирования, выделенного на научные исследования. Неподходящий уровень национальных программ, поддерживающих высококачественные исследования, передовые технологии и научно-исследовательские центры.
- Отсутствие промышленных исследований; почти все исследования осуществляются академическими и научно-исследовательскими институтами, финансируемыми правительствами.
- Отсутствие сотрудничества и совместных проектов между академическими и промышленными исследованиями.
- Качество работы национальных контактных точек (НКТ) значительно различается между отдельными странами. Оно в существенной мере зависит от материально-технического обеспечения и административной поддержки в данной стране, а также от способностей/мотивации лица, являющегося НКТ. Эти вопросы значительно влияют на качество распространения информации.
- Отсутствие элементарного опыта и уверенности препятствует участию НГЧ в консорциумах в качестве координаторов. В результате проблем с навыками управления и составлением проектных предложений, учреждения, пытающиеся выступить в качестве координаторов, получают неудовлетворительные оценки. Учёные из вышеупомянутых стран участвуют почти во всех проектах только в качестве партнёров.
- Уровень сетевой работы и обмена надлежащей практикой между старыми и новыми государствами-членами ЕС (совместные семинары, маклерские и сетевые мероприятия и т.д.) всё ещё является недостаточным.
- Очень трудно попасть в консорциум, в котором участвуют опытные координаторы, лучшие учёные и ключевые игроки отрасли. Успешные участники предпочитают сотрудничать с уже известными партнёрами и избегают риска выполнения проектов с новыми партнёрами с неизвестной репутацией. С другой стороны, отсутствие хорошей рекламы со стороны научных учреждений НГЧ и их малая известность не помогает им создать себе надёжную репутацию, какими отличными научно-исследовательскими организациями они ни были.

Норвежская научно-исследовательская система часто описывается как разделённая на три уровня: уровень научно-исследовательской политики, уровень научно-исследовательской стратегии и уровень выполнения научных исследований. Уровень научно-исследовательской политики включает в себя Стортинг (парламент Норвегии), Правительство и министерства. На уровне научно-исследовательской стратегии ключевым учреждением является Научно-исследовательский совет Норвегии, хотя университеты и колледжи также имеют важную роль в стратегическом планировании научных исследований. Уровень выполнения научных исследований состоит из секторов высшего образования и независимых иниститутов, а также промышленного сектора. Организация «Innovation Norway» обеспечивает поддержку малым и средним предприятиям (МСП) в сферах трансфера технологий и промышленного развития.

Совет по научным и технологическим исследованиям Турции (TÜBİTAK[92]) является ведущим агентством по управлению, финансированию и проведению научных исследований в Турции. Он был создан в 1963 году для продвижения науки и технологий, проведения научных исследований и поддержки турецких учёных. TÜBİTAK отвечает за продвижение, развитие, организацию, проведение и координацию научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в согласии с национальными целями и приоритетами, функционирует как консультативный орган по научным и научно-исследовательским вопросам при Правительстве Турции, а также является секретариатом Высшего совета по науке и технике (ВСНТ), являющегося высшим органом, определяющим научно-техническую (НТ) политику в Турции. TÜBİTAK также разрабатывает научно-техническую политику и управляет институтами НИОКР. Совет финансирует научно-исследовательские проекты по

[92] www.tubitak.gov.tr

стратегическим темам, разрабатывает программы поддержки для государственного и частного секторов, издаёт научные и научно-популярные журналы и книги, организует научную и общественную деятельность и поддерживает студентов вузовских и послевузовских программ образования посредством стипендий.

Исследования в **других странах Европы** проводятся главным образом в государственных научно-исследовательских институтах и университетах. Со времени составления в 2005 году Регионального обзора аквакультуры региона Центральной и Восточной Европы (FAO/NACEE, 2007) не произошло существенных изменений (в сферах организации программ и управления ими), хотя создание Сети центров аквакультуры в Центральной и Восточной Европе (НАСИ, см. ниже) является значительным исключением, поскольку она стремится к лучшей координации ННТД на уровне сотрудничества между институтами НИОКР в области аквакультуры.

AQUA-TNET, европейская тематическая сеть в секторах аквакультуры, рыболовства и управления водными ресурсами, объединяющая более 100 партнёров из почти всех государств-членов ЕС, а также ассоциированных партнёров из стран вне Европы, является **всеевропейской сетью по образованию**, которая может стать хорошим примером для других регионов. AQUA-TNET, созданная в 1996 году как тесное сотрудничество университетских кафедр и научно-исследовательских институтов, играет ведущую роль в совместной работе высших учебных заведений и других партнёров, таких как академические организации, научно-исследовательские институты и предприятия отрасли, направленной на улучшение качества, а также определение и развитие европейских аспектов в рамках академических дисциплин. Многосторонний подход AQUA-TNET позволил ей сделать реальный вклад в объединение академических и профессионально-технических аспектов болонских реформ, направленных на большую совместимость и сопоставимость систем высшего образования в Европе. На сайте AQUA-TNET[93] имеется изобилие ресурсов, в том числе, последние стратегические документы ЕС, общая информация, отчёты, инструменты и интересные базы данных.

9.2 Форсайт-исследования для определения ключевых научно-исследовательских проблем и тенденций

Проект, финансированный Шестой рамочной программой ЕС и названный «Будущее европейского рыболовства и исследования в области аквакультуры » (FEUFAR)[94], был направлен на определение научных исследований, необходимых в среднесрочной перспективе (десять лет) для поддержки эксплуатации и выращивания водных ресурсов, несмотря на ключевые проблемы и риски, противодействующие выполнению требований устойчивости. Методика состояла из (i) описания системы, (ii) выявления её движущих сил и (iii) формулирования гипотез о движущих силах, ведущих к потенциальным сценариям на будущее. Помимо форсайт-анализа, FEUFAR также был совместным процессом, в котором предложения о научно-исследовательской повестке дня поддерживались вкладами и экспертными оценками научной общественности и подкреплялись обществами потребителей/отрасли/НПО.

Одним из результатов данной инициативы стал обзор 26 форсайт-исследований в области рыболовства и аквакультуры (FEUFAR, 2008a,b). Данные исследования могут быть разделены на четыре основных типа, а именно: рассматривающие всю морскую среду; описывающие специальные сценарии в области рыболовства и/или аквакультуре; включающие в себя личные видения будущего облика отрасли, а также, в первую очередь, будущий облик отрасли, определяемый научно-исследовательскими приоритетами. Рыболовство (и особенно аквакультура) во многих случаях упоминается лишь очень кратко; тем не менее в некоторых из этих исследований (в частности, в оценке экосистем на пороге тысячелетия (MEA, 2005) и альтернативных будущих сценариях для морских экосистем (Pinnegar *et al.,* 2006), данные сектора детально рассматриваются вместе со

[93] www.aquatnet.com
[94] www.feufar.eu

стратегическими обликами отдельных флотов и/или типов аквакультуры. Сценарии GAUFRE («Путь к пространственному структурному плану устойчивого управления Северным морем») (Maes *et al.* 2005) являются непривычными, поскольку они явно рассматривают пространственный аспект, оценивая масштаб рыболовной и аквакультурной деятельности (среди прочего) в прибрежных водах Бельгии.

Национальный институт сельскохозяйственных исследований Франции (INRA) опубликовал пять сценариев развития пресноводного рыбоводства до 2021 года (INRA, 2007). После определения ключевых движущих сил, полученные 18 частичных сценариев были объединены в пять конечных сценариев, которые, в общих чертах, могут быть охарактеризованы следующим образом: (1) изменения на глобальном уровне приводят к изменению национальных приоритетов, (2) либерализованные мировые рынки, (3) большее внимание на вопросы экологии приводит к перемещению аквакультурной деятельности в другие места, (4) контроль и поддержка на европейском уровне, (5) технологическое развитие, движущей силой которого являются потребители и удобство использования, решает все проблемы.

Что касается **актуальных проблем ННТД**, выявленных форсайт-исследованиями, в данном обзоре приведены три примера, а именно, исследования по Норвегии (Research Council of Norway, 2005), Ирландии и Европе в целом. Рассматриваются только темы исследований, связанные с аквакультурой.

- В исследовании ***Норвежская аквакультура 2020*** (Research Council of Norway, 2005) приведён список приоритетных тем научных исследований (независимо от сценариев), включающих в себя биологию и технологии выращивания; новые материалы – новые технологии; кормовые ресурсы – новые кормовые ингредиенты; новые объекты аквакультуры; здоровье и благополучие объектов аквакультуры; этичное и устойчивое аквакультурное производство; безопасные и здоровые морепродукты; устойчивое использование прибрежной зоны; развитие рынка и продуктов, транспортировку и материально-техническое обеспечение. Авторы также рассмотрели возможности организации и финансирования научных исследований (например, частными компаниями или правительственными институтами), роль биотехнологий и уровень международного сотрудничества.
- Ирландское исследование ***Изменения морей: морские знания и инновационная стратегия для Ирландии*** (Marine Institute, 2006) наметило многочисленные конкретные научно-исследовательские приоритеты (потребности в НТИД – научной, научно-технической и инновационной деятельности) для рыбоводства, моллюсководства и промыслового рыболовства (а также исследований по водорослям). Хотя полный список включает в себя как научно-исследовательские темы, так и стратегические или законодательные приоритеты, здесь перечислены только темы НТИД – которые могут послужить хорошей основой для составления списка научно-исследовательских приоритетов для всей Европы (см. таблицу 10).

Ирландское исследование также ввело понятие «исследований для разработки новых методов и продуктов» («Discovery Research»), включающее в себя развитие передовых мультидисциплинарных научных исследований и содержащее программы, направленные на разработку морских биотехнологий и морских «функциональных продуктов питания».

На всеевропейском уровне научно-исследовательские темы **FEUFAR** по аквакультуре были классифицированы в четыре группы. Эти области и входящие в них научно-исследовательские темы перечислены в таблице 11.

Таблица 10. Научно-исследовательские приоритеты из ирландского форсайт-исследования «Изменения морей» 2006 года (адаптировано из: Marine Institute, 2006)

Приоритеты научных исследований по рыбе	**Приоритеты научных исследований по моллюскам**
Исследования рынков органической и «экологически чистой» продукции	Прикладные исследования по биомассе, доступности посадочного материала и оптимизации методов производства
Исследование возможностей придания органическим продуктам свойств функциональных пищевых продуктов	Динамические модели потенциальной ёмкости экосистем в важнейших заливах, производящих моллюсков, в зависимости от количества питательных веществ и/или хлорофилла
Разработка и регистрация подходящих вакцин против ключевых вирусных заболеваний и паразитов (болезни поджелудочной железы, инфекционной анемии лосося, морских вшей)	Программы селекции морского ушка и морских ежей
Способность эффективного моделирования потенциальной ёмкости экосистем	Альтернативы биологическим пробам и разработка быстрых проб/полевых тестов на определение биотоксинов
Улучшенный мониторинг для прогнозирования изменений окружающей среды	Удалённые системы мониторинга/прогнозирования эпизодов токсичного цветения воды
Разработка садков и системы управления, включая вспомогательные технологические потребности	Взаимодействия между аквакультурой моллюсков и окружающей средой, в частности, взаимодействия между аквакультурой в приливной зоне и птицами
Племенные программы для скрининга аборигенных видов с целью отбора подходящих линий для аквакультуры	

9.3 Прогресс в распространении информации внутри и вне сектора

Ни один сегмент европейского сектора аквакультуры не мог бы сегодня существовать без достижений в сфере инновативных НИОКР, успешно внедрённых в профессиональную практику. В то время как большая часть первоначальных потребностей в научных исследованиях была направлена на биологические вопросы, необходимость улучшения эффективности и производительности хозяйств стимулировала новые подходы, например, в вопросах питания, здоровья, управления, инженерных разработок и оборудования, развития и диверсификации продукции.

Деятельность по распространению информации была также расширена, покрывая, например, взаимодействия между организациями производителей и экологическими или природоохранными НПО, а также между представителями сектора и организациями потребителей. Тем не менее сотрудничество между ассоциациями, представляющими различных участников производственно-сбытовой цепи (производителей, переработку и розничную торговлю), является одной из областей, требующих дальнейшего развития, несмотря на прогресс таких инициатив, как разработка стандартов ответственной аквакультуры.

9.3.1. Сотрудничество между организациями

Сотрудничество между организациями, действующими на всеевропейском уровне, значительно улучшилось за последнее десятилетие. Это улучшение отмечалось не только в европейских ассоциациях аквакультуры, но также более широко, в сферах мореходства и морского рыболовства и между сторонами, заинтересованными в секторе.

Таблица 11. Приоритеты исследований в европейской аквакультуре, определённые заинтересованными сторонами в рамках инициативы 6РП ЕС «FEUFAR». [*Источник*: адаптировано из результатов FEUFAR, 2008a, 2008b. Отчёт *Темы для исследований (Topics for Research)* на сайте www.feufar.eu]

Основная область научных исследований	**Темы, входящие в данную область**
Разработка разнообразных и здоровых морепродуктов для потребителей	Новые объекты аквакультуры: биология аборигенных и интродуцированных видов (например, быстрорастущих). Требуются исследования по воспроизводству, личиночному развитию, росту, здоровью и благополучию этих видов, включая виды, находящиеся на низших трофических уровнях, в частности, водоросли, двустворчатые и прочие моллюски.
	«Улучшение» видов: роста, качества мяса (уровней жира и омега-3 жирных кислот) и надёжности эксплуатации морских видов путём селекции, стерилизации, гибридных и триплоидных линий, а также ГМ рыб или моллюсков, благотворно влияющих на здоровье потребителей (омега-3 жирные кислоты, витамины, микроэлементы)
Снижение воздействий аквакультуры на окружающую среду	Снижение нагрузок на природные запасы рыб путём поиска новых источников сырья для кормов (неэксплуатируемых морских беспозвоночных, водорослей, наземных растений) для кормления рыб
	Снижение применения антибиотиков и других препаратов
	Снижение «генетического загрязнения» естественных запасов вследствие побегов выращиваемых рыб
Разработка непищевых продуктов, где аквакультура может обеспечить «сырьё» для других промышленных применений	Производство молекул или компонентов для медицины и биотехнологии, таких как ферменты (например, из пищевода рыб, беспозвоночных, водорослей), для пищевых добавок (например, омега-3 жирные кислоты или каротиноидные пигменты из одноклеточных водорослей, хитин из ракообразных)
	Производство биотоплива из водорослей и микроводорослей
	Очистка отдельных зон от загрязнений с использованием культур водорослей для биоремедиации тяжёлых металлов или химических загрязнителей
Совершенствование технологий систем выращивания	Интегрированные системы, включающие в себя водоросли и рыб или моллюсков и рыб, а также, в частности, питание и обмен веществ различных используемых видов и условия удаления углерода и азота из воды различными видами (например, водорослями или губками)
	Системы детоксикации: фундаментальные исследования по механизмам биоаккумуляции и детоксикации в различных видах моллюсков
	Технологии аквакультуры, удалённой от берегов, с использованием возобновляющихся источников энергии. Анализ жизненного цикла всей системы
	Рост и благополучие рыб в установках замкнутого водоснабжения при высоких плотностях посадки

На уровне морей в целом, Морской совет Европейского научного фонда (ESF-MB) содействует лучшей координации действий между директорами европейских научных организаций (научно-исследовательских институтов, финансирующих агентств и научно-исследовательских советов), занимающихся морями, и разработке стратегий по морской науке в Европе. Поддерживающие информационные порталы, такие как ЕврОкеан[95], и сети сетей, такие как MarinERA[96] также включают в себя аквакультуру как одну из заинтересованных сторон более широкого сектора морских наук.

Европейское общество аквакультуры (EAS[97]) было создано в 1976 году для улучшения контактов в области аквакультуры и распространения информации по данной развивающейся отрасли. По прошествии более чем 30 лет эти две основные цели остаются неизменными. Начиная с 2007 года EAS стремится к дальнейшему улучшению связей между наукой и практикой, включая отраслевую выставку и отраслевые семинары в программу всех своих конференций «Аквакультура Европы».

Комитет марикультуры Международного совета по исследованию моря (ИКЕС[98]) продолжает обеспечивать обзоры и рекомендации по вопросам морской аквакультуры и имеет несколько экспертных рабочих групп, непосредственно связанных с морской аквакультурой Европы, а именно, в областях генетических взаимодействий между выращиваемой и дикой треской, интегрированной мультитрофической аквакультуры и управления болезнями, с особым акцентом на подход, основанный на управлении риском (ICES, 2008d).

Из **региональных рыбохозяйственных органов ФАО** вопросами рыболовства и аквакультуры, включая, среди прочего, управление ресурсами, интродукции и зарыбление, здоровье рыб, хищничество, вопросы рынка и любительское рыболовство (Barg *et al*., 2008) занимается Европейская консультативная комиссия по рыбному хозяйству во внутренних водах (EIFAC[99]). Ввиду растущего значения аквакультуры, EIFAC недавно решила начать процесс изменения своего названия на «Европейскую консультативную комиссию по рыбному хозяйству и аквакультуре во внутренних водах». Генеральная комиссия по рыболовству в Средиземном море (GFCM[100]) имеет особый Комитет по аквакультуре (CAQ), созданный для содействия устойчивому развитию морской и солоноватоводной аквакультуры региона и ответственному управлению ими, а также для обеспечения независимых рекомендаций по общим стандартам, нормам, руководствам и решениям на техническом, социально-экономическом, законодательном и экологическом уровнях. В частности, CAQ оценивает информацию или программы по статистике производства, рыночным данным, системам выращивания, технологиям и объектам аквакультуры, предоставленные членами и важнейшими заинтересованными сторонами, а также поддерживает соответствующие базы данных (Barg *et al*., 2008).

Общие аквакультурные ассоциации, такие как EAS, во всё большей мере взаимодействуют с более специализированными европейскими ассоциациями и организациями, включая такие как ЕВРОФИШ, Европейская ассоциация ихтиопатологов, Европейская ассоциация морской биотехнологии и Европейская ассоциация животноводства.

Для снижения параллелизмов в аквакультурных и рыболовных исследованиях, Европейская научно-исследовательская организация по рыболовству и аквакультуре (EFARO)[101] объединяет 23 научно-исследовательских института в 19 странах Европы, представляя, таким образом, около 3000 учёных в области рыболовства и аквакультуры, а Сеть центров аквакультуры в Центральной и Восточной

[95] www.eurocean.org/
[96] www.marinera.net/
[97] www.easonline.org
[98] www.ices.dk
[99] www.fao.org/fishery/rfb/eifac
[100] www.gfcm.org/gfcm
[101] www.efaro.eu/

Европе (НАСИ)[102] в настоящий момент (на 2009 год) состоит из 45 институтов и организаций 15 стран.

В области образования и обучения AquaTT[103] (Европейская сеть образования и технологического трансфера в аквакультуре), сосредоточилась на аспектах профессионально-технического обучения с помощью двух недавних инициатив. В результате инициативы WAVE («Работа в аквакультуре – признание опыта»)[104] для отрасли был составлен исчерпывающий основной список признанных сектором профессионально-технических навыков в области аквакультуры на десяти языках, а в проекте VALLA («Признание обучения в течение всей жизни в аквакультуре»)[105] данная инициатива сделала ещё один шаг вперёд, создав карту занятости и функционирования сектора, а также разрабатывая пути признания и аккредитации обучения в течение всей жизни в рамках существующих европейских структур (национальных систем квалификаций [NQF][106] и европейской системы квалификаций [EQF][107]).

В 2005 году FEAP[108] (Федерация европейских производителей в секторе аквакультуры) и Морская программа Международного союза охраны природы (МСОП)[109] подписали двустороннее соглашение по сотрудничеству в области развития устойчивой аквакультуры. В рамках этого сотрудничества МСОП и Генеральный секретариат по рыболовству Министерства окружающей среды, сельского хозяйства и морских ресурсов Испании (MAPA) подписали договор о сотрудничестве и разработке серии «Руководства по устойчивому развитию средиземноморской аквакультуры». Целью данных руководств является вынесение рекомендаций по ответственной и устойчивой аквакультуре для поддержки органов, принимающих решения, аквакультурных производителей и других заинтересованных сторон в средиземноморском регионе. Первые два руководства – *Взаимодействия между аквакультурой и окружающей средой* и *Выбор участков* уже изданы (IUCN, 2007; 2009). В дальнейших руководствах будут рассмотрены темы диверсификации видового состава и продукции; благополучие животных, санитарно-гигиенические и этические аспекты; социальные аспекты; происхождение и качество пищевых продуктов; рыночные аспекты и управление аквакультурой.

Общие усилия и сотрудничество между этими организациями привели к значительному улучшению мультидисциплинарных воздействий путём применения совместного подхода на европейском уровне.

9.3.2 Межрегиональное сотрудничество

Так называемая «Инициатива Сообщества «ИНТЕРРЕГ»», принятая в 1990 году, была направлена на подготовку приграничных районов к сообществу без внутренних границ. Теперь она помогает регионам Европы устанавливать партнёрские отношения для совместной работы по общим проектам. Путём разделения знаний и опыта, эти партнёрства позволяют участвующим регионам разрабатывать новые решения экономических, социальных и экологических проблем.

«AquaReg»[110] был региональным рамочным проектом, финансируемым программой «Северная зона» ИНТЕРРЕГ IIIC. Он включал в себя сотрудничество между регионами Галисия в Испании, Приграничным, внутренним и западным (BMW) в Ирландии и Трёнделаг в Норвегии. Целью ИНТЕРРЕГ IIIC было «улучшение эффективности политики и мер, направленных на региональное развитие и единство». Подход и цели AquaReg включали в себя дальнейшее развитие межрегионального сотрудничества, преобразовав его в конкретное оперативное сотрудничество с

[102] www.agrowebcee.net/nacee/
[103] www.aquatt.ie/
[104] www.waveproject.com
[105] www.vallaproject.com
[106] www.qcda.gov.uk/5967.aspx
[107] http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc44_en.htm
[108] www.feap.info/feap/
[109] www.uicnmed.org/web2007/en/index.html; www.iucn.org/about/union/secretariat/offices/iucnmed/
[110] www.aquareg.com

вовлечением в подпроекты морских отраслей, учёных, изучающих моря, морских школ и специалистов, занимающихся планированием прибрежных зон. AquaReg был обоснован желанием более эффективно использовать опыт и знания рыбоводов, рыбаков и учёных, независимо от региональных и национальных границ. Межрегиональное партнёрство наметило три стратегии достижения целей AquaReg, а именно (i) AquaLink: «Создание связей между аквакультурным/рыбопромысловым бизнесом и научными исследованиями», (ii) AquaEd: «Образование и обучение», и (iii) AquaPlan: «Планирование прибрежных зон и управление ими». AquaReg успешно профинансировал 12 подпроектов с участием 35 организаций из трёх регионов, включая работы по водорослям, треске, сайде, мидиям, крабам и омарам, управлению прибрежными зонами, региональным обменам и обмену студентами, а также разработке побочных продуктов из отходов. AquaReg создал мощную межрегиональную сеть из научно-исследовательских институтов и МСП регионов, пережившую первоначальный проект «ИНТЕРРЕГ IIIC».

Ряд важных новых инициатив по межрегиональному сотрудничеству, финансируемых текущей научно-исследовательской рамочной программой (7РП) Европейского Союза, направлен на сотрудничество между аквакультурными регионами мира – в частности, в рамках проекта SARNISSA[111] («Сети по исследованиям в сфере устойчивой аквакультуры в странах Африки южнее Сахары») в странах Африки южнее Сахары, Платформы по аквакультуре Форума «Азия-Европа» (ACEM[112]) в Азии и Инициативы «AQUAMED» в Средиземноморье.

9.3.3 Распространение информации

Более десяти лет назад EAS осознало необходимость распространения информации о научных исследованиях ЕС среди практических специалистов отрасли и создало Инициативу «AquaFlow»[113], основанную на подобной сети в сельском хозяйстве. AquaFlow составляла резюме научно-исследовательских проектов, объёмом не более одной страницы, и рассылала их ассоциациям производителей и аквакультурным ассоциациям по всей Европе. Позже, внутри сети, резюме переводились на 16 языков и публиковались на сайте AquaFlow. Для обеспечения обратной связи и обмена опытом также проводились региональные семинары по конкретным темам.

Это послужило основой для следующей инициативы, названной «PROFET»[114]. PROFET собирала вместе учёных и производителей для обмена мнениями по приоритетам НИОКР в рамках региональных семинаров. PROFET стала прорывом, позволив отрасли определить свои приоритеты. Эта концепция была продолжена в проекте «PROFET Policy»[115], где акцент ставился на обеспечении научно-исследовательской поддержки для политиков, не только в секторе аквакультуры, но и в промысловом рыболовстве.

Поддерживая сеть по образованию «AQUA-TNET»[116], AquaTT также составляет электронные информационные бюллетени по вопросам образования и обучения под названием «Новости обучения» («Training News»), рассылаемые ежемесячно тысячам адресатов.

Постоянные партнёры в этих проектах, FEAP, EAS и AquaTT, продолжают совместную работу, объединяющую их деятельность, направленную на ликвидацию разрыва между наукой и практикой**.** Вовлечение FEAP (и её национальных ассоциаций-членов) в качестве ключевого партнёра в деятельность по распространению информации имело рещающее значение в обеспечении каналов коммуникации и, соответственно, в улучшении эффекта от достижений европейских научных исследований.

---

[111] www.sarnissa.org/tiki-index.php
[112] www.asemaquaculture.org/component/option,com_frontpage/Itemid,1/
[113] www.aquaflow.org
[114] www.feap.info/news/RTD/profet_en.asp
[115] www.profetpolicy.info
[116] www.aquatnet.com

9.4 Механизмы трансфера технологий

Классический подход к технологическому трансферу – в котором отдельные страны остаются «самодостаточными» в своей поддержке сектору – по-прежнему практикуется во всей Европе. Примером этого может быть Норвегия, где научно-исследовательские организации и учебные заведения отлично скоординированы с сектором рыбной промышленности, который, в свою очередь, играет значительную роль в определении научно-исследовательских приоритетов.

Тем не менее есть ряд примеров трансграничного или междисциплинарного трансфера технологий, побеждающих физическое расстояние с помощью Интернета, используемого для преодоления языковых барьеров и удалённой или виртуальной передачи знаний и обучения.

Примерами новых подходов к технологическому трансферу – в частности, в Центральной и Восточной Европе – являются две инициативы, а именно Сеть «Инновация в аквакультуре» («AquaInnovation»)[117] и текущий проект «SustainAqua»[118].

- «Инновация в аквакультуре» была направлена на улучшение инноваций и трансфера технологий в европейском секторе аквакультуры, а также поддержку разработки и внедрения новых технологий и методов малыми и средними компаниями сектора. Данная инициатива разработала интерактивные услуги для МСП, разделённые на четыре группы – База знаний, Партнёрство, Бенчмаркинг и Обучение – в частности, онлайн-курсы по рециркуляции воды и вакцинации, вместе с калькуляторами затрат и выгод для отдельных хозяйств.
- Проект «SustainAqua», концентрирующийся на пресноводной аквакультуре, разработал способы модернизации имеющихся аквакультурных хозяйств для диверсификации продукции, улучшения качества и оптимизации производственных процессов. Каждый анализ примеров (из Венгрии, Польши, Нидерландов, Дании и Швейцарии) фокусируется на одном из важнейших объектов пресноводного рыбоводства Европы. В рамках «SustainAqua» было разработано практическое руководство на 12 языках по применению данных методов для МСП в европейской аквакультуре, а также вики-сайт по адресу http://wiki.sustainaqua.org.

Для решения вопросов трансфера технологий были также разработаны критерии оценки проектных предложений, поданных на конкурсы ЕС. В отдельных типах проектов деятельность должна включать в себя существенную долю обучения и подтверждение практических результатов исследований сегодня имеет значительный вес в общей оценке предложений.

Кроме того, существуют новые инициативы, направленные на освобождение потенциала знаний из финансированной ранее научно-исследовательской деятельности, путём решения общепризнанной проблемы спасения данных и информации. Примеры включают в себя недавно начатые проекты «MarineTT» и «Инновация в аквакультуре», идентифицирующие научные результаты, являющиеся наиболее перспективными для трансфера технологий, обучения и образования, политики или дальнейших исследований. Их целями также являются создание связей и передача знаний ключевым заинтересованным партнёрам, приспособление методов коммуникации к потребностям конечных пользователей и наилучшее использование экономных каналов коммуникации.

9.5 Европейские технологические платформы и аквакультура

Для укрепления инновационных процессов, необходимых для современной и развивающейся Европы, Европейская комиссия начала и поддержала развитие так называемых «технологических платформ». Их основной идеей является обеспечение определённой структуры для заинтересованных сторон (среди которых представители рыбной промышленности играют ведущую роль), в рамках которой они могут определять приоритеты ННТД и планы действий по ряду стратегических тем, в

[117] www.aquainnovation.net
[118] www.sustainaqua.org

которых достижение будущих целей роста, конкурентоспособности и устойчивости Европы в среднесрочной и долгосрочной перспективе зависит от важных научно-технических достижений. Эти приоритеты ННТД составляют Стратегическую программу исследований. Платформы также играют роль во внедрении результатов посредством эффективных механизмов распространения информации и технологического трансфера. Существует 35 европейских технологических платформ, охватывающих широкий спектр секторов промышленности[119], таких как лесное хозяйство, пищевая и топливная промышленности, коммуникации, сталелитейная промышленность, нанотехнологии.

9.5.1 Европейская технологическая и инновационная платформа по аквакультуре (EATIP)[120]

Стимулом к созданию особой технологической платформы по аквакультуре послужило признание сектора как полной производственно-сбытовой цепи, обеспечивающей питательные и качественные продукты для потребителей, постоянное развитие которой зависит от исследований, технологий и инноваций. Создание Европейской технологической и инновационной платформы по аквакультуре было предложено в 2007 году и она была официально признана в 2009 году. Она имеет Совет директоров, состоящий из ведущих представителей отрасли, и осуществляет свою деятельность через семь представляющих интерес «тематических областей», каждая из которых имеет председателя от промышленности и его помощника из научно-исследовательского сектора, и охватывает важную часть производственно-сбытовой цепи сектора. Этими областями являются следующие:

8. качество продукции и безопасность и здоровье людей;
9. технология и системы;
10. управление биологическим жизненным циклом;
11. устойчивое производство кормов;
12. интеграция с окружающей средой;
13. здоровье и благополучие гидробионтов;
14. управление знаниями.

Прямой задачей каждой тематической области является подготовка проекта Стратегической программы исследований по своей теме, опираясь на опыт промышленности, ННТД и прочих важных заинтересованных сторон. Рабочие группы занимаются специализированными темами, входящими в общий охват данной тематической области. Например, в область биологического жизненного цикла входят морские и пресноводные рыбы, моллюски, этапы воспроизводства, подращивания и нагула, поэтому здесь требуются вклады многочисленных специалистов.

Данные стратегические программы исследований должны быть в согласии со среднесрочным и долгосрочным «стратегическим обликом», определённым заинтересованными сторонами для аквакультуры как вида деятельности – другими словами, данные программы должны быть направлены на достижение будущего «стратегического облика» европейской аквакультуры посредством успешной и инновативной ННТД по идентифицированным проблемам. Важным аспектом является определение наилучших средств для управления знаниями, полученными за счёт ННТД, в частности, при обеспечении передачи новых познаний соответствующему сектору – это абсолютно необходимо для улучшения конкурентоспособности европейского сектора аквакультуры.

9.5.2 Краткосрочные и среднесрочные действия EATIP

Существует постоянная потребность в консолидации фрагментированного характера научных исследований и образования в области европейской аквакультуры. Ряд препятствий, таких как языковое разнообразие и проблемы преобразования знаний и навыков в инновативные методы и продукты, являются общими с другими секторами. Другие, однако, характерны для сектора аквакультуры и включают в себя разнообразие объектов выращивания, отличия климатических и

[119] См. http://cordis.europa.eu/technology-platforms/individual_en.html
[120] www.eatip.eu/

биогеографических регионов, раскинувшихся от Северной Атлантики до Средиземноморья и до пресных водоёмов, а также деление сектора на интенсивный и экстенсивный режим выращивания и подсектора рыб и моллюсков. Планирование сетей и инициатив по распространению информации, способных оптимизировать успехи в такой разнообразной среде, представляет собой большой вызов. Несмотря на то что Интернет является отличным средством для быстрого распространения информации и общения, пока неясно, в какой степени данный ресурс используется европейскими аквакультурными производителями, особенно малыми предприятиями, «изолированными от Интернета» в силу языковых проблем, отсутствия времени или неспособности применить полученную информацию на практике.

Стратегия Европейской комиссии 2009 года ***«Строительство устойчивого будущего аквакультуры. Новый импульс для Стратегии устойчивого развития европейской аквакультуры»*** (COM (2009) 162) направлена на обеспечение нового стимула развитию аквакультуры и преодоление препятствий на пути роста отрасли (EC, 2009b). В центре документа *COM (2009) 162 final* стоят три стратегические цели, в связи с которыми определён ряд действий, которые могут быть предприняты государственными властями для использования потенциала сектора. В одном из этих действий уделяется большое внимание научным исследованиям и технологическому развитию.

В данном документе Еврокомиссия утверждает, что «ЕС должен инвестировать в мировой рынок путём реализации своих технологий и ноу-хау в целях поддержки решения проблем устойчивости и безопасности». Она также заявляет, что будет выделять достаточное финансирование из бюджета ЕС на аквакультурные проекты и предлагает государствам-членам и отрасли увеличивать инвестиции в аквакультурные исследования согласно целям Европейского исследовательского пространства.

В условиях ограниченных возможностей роста аквакультурной продукции в Европе, одной из стратегий для неё может стать большее сотрудничество с другими регионами мира, продавая им ноу-хау и технологию. Это, естественно, поднимает вопрос о потенциальном повышении конкурентоспособности других регионов, экспортирующих свои товары в Европу. С другой стороны, это также может иметь потенциальный положительный эффект, содействуя производству более здоровой и безопасной продукции для европейских потребителей.

Если одной из целей является попытка к преодолению препятствий на пути роста продукции в регионе, развитие Европейской технологической и инновационной платформы по аквакультуре также представляется важным. Ожидается, что EATIP предпримет следующие действия:

- Создание основ применения принципов надлежащего управления среди различных заинтересованных сторон, используя совместный подход для облегчения составления и совершенствования стратегических обликов и стратегических программ исследований в различных тематических областях производственно-сбытовой цепи аквакультуры.
- Обеспечение специальных форумов для содействия диалогу между политиками, учёными и другими заинтересованными сторонами отдельных стран и Европы в целом.
- Поддержка коммуникации, а также распространения и использования информации, полученной в ходе проектов ННТД, финансируемых Европейским сообществом.
- Создание условий для управления знаниями путём определения потребностей, проблем и методик их применения и использования.

Для обеспечения лучших уровней участия, а также для достижения целей EATIP и производственно-сбытовой цепи европейской аквакультуры были приложены значительные усилия к коммуникации и распространению информации.

Необходимость нахождения технологических решений вопросов, связанных с модернизацией производства и выращиванием моллюсков и рыб в открытых и отдалённых от берегов местах, является ключом для использования потенциала прибрежных вод и оптимизации производства морских пищевых продуктов в Европе.

10. ПРАВЛЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ СЕКТОРОМ

Настоящая глава оценивает прогресс в управлении европейским сектором аквакультуры со времени последних двух региональных обзоров ФАО по аквакультуре Центральной и Восточной Европы и Западной Европы (FAO/NACEE, 2007; Rana, 2007). Она рассматривает изменения в институциональном управлении, взаимодействиях между заинтересованными сторонами, самоуправлении сектора и сборе данных для него.

10.1 Институциональное управление

10.1.1 Стратегии развития аквакультуры

В 2001 году Европейская комиссия, в своём документе *Устойчивая Европа ради лучшего мира: стратегия устойчивого развития Европейского Союза* перечислила конкретные цели и меры, направленные на достижение устойчивости (European Commission, 2001b). В связи с более устойчивым управлением природными ресурсами она выделила управление рыбным хозяйством как одну из «ведущих целей», наряду с другими мерами ЕС, такими как индикаторы биологического разнообразия, система измерения продуктивности системы и различные инициативы в рамках реформы Общей рыбохозяйственной политики (CFP). Тогда это отчасти послужило основой для ***Стратегии ЕС по устойчивому развитию европейской аквакультуры*** 2002 года (European Commission, 2002a), в первый раз наметившей конкретные цели для сектора аквакультуры, которые были направлены главным образом на следующие цели: (i) создание долговременной и надёжной занятости, главным образом в зонах, зависимых от рыбного промысла; (ii) обеспечение здоровых, безопасных и качественных продуктов для потребителей; (iii) продвижение высоких стандартов здоровья и благополучия животных; а также (iv) обеспечение экологической приемлемости отрасли.

Стратегия 2002 года, в основном, выполнила свои цели в отношении обеспечения высокого уровня охраны окружающей среды и предоставления безопасных водных продуктов питания за счёт аквакультуры, одновременно гарантируя здоровье и благополучие животных. Тем не менее прогнозируемый в стратегии рост продукции сектора аквакультуры не был осуществлён: согласно оценкам, годовой темп роста[121] составил только 0,5 процента, вместо целевых 4 процентов в год (Lane, Hough and Bostock, 2009).

На основании оценки стратегии Европейская комиссия в 2007 году решила провести широкую консультацию с заинтересованными сторонами для определения как возможностей развития аквакультуры в Европе, так и препятствий и узких мест в секторе. Консультация показала единогласную поддержку стратегии обновления аквакультуры на уровне ЕС. Целью новой инициативы Еврокомиссии ***«Строительство устойчивого будущего аквакультуры. Новый импульс для Стратегии устойчивого развития европейской аквакультуры»*** *(COM (2009) 162 final)* является придание нового импульса Стратегии 2002 года и преодоление препятствий на пути роста отрасли.

В центре документа *COM (2009) 162 final* (European Commission, 2009b) стоят три стратегические цели, в связи с которыми определён ряд действий, которые могут быть предприняты государственными властями для использования потенциала сектора. Целями Еврокомиссии являются следующие:

- Содействие **большей конкурентоспособности аквакультуры** ЕС – путём поддержки научных исследований и технологического развития, обеспечения доступа сектора к пространству и воде, необходимым для производства его продукции, а также его равного голоса в процессах пространственного планирования, что позволит аквакультуре ЕС удовлетворить рыночный спрос и поможет сектору укрепить свои позиции на международной сцене.

[121] Источник: FEAP

- Обеспечение **устойчивого роста** – путём поощрения «зелёных» методов производства, обеспечения высоких стандартов здоровья и благополучия животных, предоставления здоровой и безопасной пищи для потребителей и пропаганды пользы продукции аквакультуры для здоровья.
- Улучшение **управления сектором и его общественного восприятия** – путём обеспечения равных условий, снижения бюрократии, поощрения распространения фактической информации среди широкой общественности, а также вовлечения заинтересованных сторон в формирование политики и подходящий мониторинг сектора.

Аквакультура в регионе ЕС подпадает под Общую рыбохозяйственную политику, но она также тесно зависит от изменений в других областях отраслевой политики – окружающей среде, морском пространственном планировании, благополучии и здоровье животных, продовольственной безопасности, научных исследованиях и т.д. Еврокомиссия объединила все эти политики в своём коммюнике 2009 года (European Commission, 2009b) для представления мер, необходимых на уровне ЕС, отдельных стран и регионов, чтобы дать новый стимул устойчивому развитию аквакультуры. Целью является не создание нового законодательства специально для аквакультуры, а придание мощного политического стимула её развитию. Комиссия желает быть уверенной в том, что при разработке отраслевого законодательства будут приняты во внимание специальные потребности аквакультуры, и старается устранить различные узкие места, подпадающие под юрисдикцию государственных властей. Меры, намеченные в Коммюнике, являются главным образом незаконодательными и должны быть выполнены в течение двух–четырёх лет.

На уровне ЕС аквакультура сегодня включена в Единую морскую политику ЕС (European Commission, 2007a), а аквакультурной деятельностью – несмотря на то что она имеет отношение к не менее чем пяти генеральным директоратам Европейской комиссии – заведует оперативный отдел DG MARE, Генерального директората по морским вопросам и рыболовству, заменившего прежний DG FISH.

В странах Восточной Европы, не входящих в ЕС, информация по специальным стратегиям развития аквакультуры является ограниченной. В большинстве стран либо не существует стратегического плана развития аквакультуры, либо вопросы, связанные с аквакультурой, включены в другие стратегические документы, главным образом рассматривающие развитие рыбного или сельского хозяйства, такие как Закон Украины об Общегосударственной программе развития рыбного хозяйства на период до 2010 года (Алымов, личное сообщение, 2010). Заслуживающим внимания исключением является Российская Федерация, где имеется национальная программа развития аквакультуры, основанная на официально принятой Стратегии развития аквакультуры (Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2007).

10.1.2 Стратегическая экологическая оценка и законодательные основы экосистемного подхода к сектору

Доступ к подходящим для аквакультурного производства участкам является критическим вопросом для отрасли (что было признано в Стратегии ЕС по аквакультуре 2009 года) и представляет собой одно из основных препятствий развития аквакультуры ЕС. Это сложный вопрос, являющийся следствием ряда факторов, в том числе, частого непризнания аквакультуры в качестве пользователя водных ресурсов, равноправного с другими пользователями; всеобщих ошибочных представлений об экологических воздействиях аквакультуры, ведущих к непропорциональному применению предосторожного подхода, а также жёсткой конкуренции за пространство (Soto, Aguilar-Manjarrez and Hishamunda, 2008). В Единой морской политике ЕС представлены новые возможности относительно прибрежной и морской аквакультуры, но она в настоящий момент не содержит ясных указаний по планированию аквакультуры.

Водная политика ЕС по сути регулируется двумя документами: Рамочной директивой по воде (2000/60/EC; European Commission, 2000a), охватывающей внутренние и прибрежные воды, и Рамочной директивой по морской стратегии (2008/56/EC; European Commission, 2008e), распространяющейся на морские воды. В центре Рамочной директивы по воде (РДВ) стоит набор

экологических целей, включающих достижение хорошего экологического и химического статуса поверхностных вод за 15 лет от вступления Директивы в силу. Директива была принята в 2000 году и её полное применение не ожидается в течение ещё нескольких лет, хотя в государствах-членах в настоящее время идёт принятие одного из основных средств управления, определённых Директивой, – Планов управления речными бассейнами. Рамочная директива по морской стратегии (MSFD) имеет в целом схожие с РДВ цели и подход, но распространяется на морские воды (Hedley and Huntingdon, 2009).

Основным законодательным актом ЕС по оценке воздействия на окружающую среду является Директива 97/11/EEC (поправляющая Директиву 85/337/EEC), опубликованная 3 марта 1997 года (European Commission, 1997)[122]. Она, в целом, относится ко всем видам деятельности, способным оказать воздействие на окружающую среду и к которым считается применимой оценка воздействия на окружающую среду. Здесь аквакультура определяется как деятельность, подпадающая под Статью 4, к которой относятся экологические критерии Приложения III поправленной директивы. Данные критерии основаны на характеристиках проекта, его географическом расположении и потенциальных воздействиях. В каждом из этих пунктов необходимо рассмотреть специальные проблемы. Например, под пунктом «потенциальные воздействия» следует принять во внимание масштаб, трансграничный характер, величину и сложность, вероятность эффекта, а также продолжительность и частоту воздействий рассматриваемого события. На данном акте основана информация, включённая в оценки воздействия на окружающую среду, применяющиеся в местных и национальных законодательствах стран Европейского Союза.

За последние 12 лет требования относительно ОВОС, определённые Директивой 97/11/EEC, были включены в отдельные национальные или местные законодательства посредством стандартных планов осуществления. Они различаются между странами и даже между регионами одной и той же страны, например, в Испании отдельные автономные регионы имеют требования, соответствующие федеральному законодательству или даже более строгие. Таким образом, требования относительно ОВОС различаются между отдельными местностями. Требования к ОВОС в аквакультуре Европы были проанализированы Европейской комиссией (European Commission, 2003a) и Телфером, Эткином и Корнером (Telfer, Atkin and Corner, 2009). Они показали, что ОВОС наиболее часто применяется в важнейших секторах, включая интенсивное морское рыбоводство (особенно лосося). Многие страны тем не менее совсем не пользуются ОВОС в развитии аквакультуры. Даже когда она применяется в аквакультуре, к ней часто относятся как к бюрократическому и медлительному процессу, имеющему лишь ограниченную пользу для экологического менеджмента. Во многих случаях ОВОС и сопутствующие процедуры разрешения новых хозяйств или существенного расширения имеющихся могут занять два–три года, что рассматривается как препятствие на пути создания хозяйств и инвестиций. Задержки и несоответствия зачастую могут приписываться отсутствию интеграции или согласования между различными правительственными уровнями или разными департаментами и агентствами. Применение ОВОС зачастую не является применением системы, эффективно регулирующей развитие аквакультуры или позволяющей разработку общей политики путём эффективного осуществления директив ЕС, а зависит от сложных и бюрократических процессов различных стран. Обзор Телфера, Эткина и Корнера (Telfer, Atkin and Corner, 2009) подчёркивает, что в ЕС механизмы ОВОС и мониторинга воздействия на окружающую среду, как предписанных законом требований, являются на редкость неоднородными, от очень точных или детальных требований по ОВОС и мониторингу до полного отсутствия таковых. Неудовлетворительная прозрачность осуществления законодательства, относящегося к ОВОС в области аквакультуры и неравное отношение к аквакультуре могут стать препятствиями её развития.

К лицам, занимающимся развитием аквакультурной деятельности, могут относиться и другие законодательные требования по окружающей среде. Так, в Великобритании, или, более конкретно, в Шотландии, законодательство ЕС осуществляется в рамках проектного законодательства (проектного

[122] Дальнейшие положения, относящиеся к ОВОС, содержатся в Директиве 2001/42/EC (European Commission, 2001c)

разрешения и лицензии) под контролем местных плановых органов. Здесь ОВОС предписывается как часть проектной документации. Однако рыбоводы также должны получить разрешение на сброс от Шотландского агентства по охране окружающей среды (SEPA), независимого от местных плановых органов. Несмотря на то что при этом используется информация, полученная в процессе ОВОС, для получения разрешения на сброс также требуется независимая оценка, основанная на других экологических требованиях по оценке и мониторингу исходного состояния.

Недавний обзор Европейской комиссии подтвердил значительное разнообразие, а также отметил ряд проблем в осуществлении Директивы ОВОС государствами-членами (European Commission, 2009c), включая существенные различия в степени выполнения ОВОС государствами-членами; несоответствия в подходах и качестве ОВОС, в том числе, в применяющихся экологических стандартах, внимание, уделяемое результатам консультаций, и качество запрашиваемой и собираемой информации, а также различные подходы к скринингу (например, он является обязательным в некоторых типах проектов). Еврокомиссия также отметила, что, несмотря на то что только одно государство-член ЕС не применяет Директиву 2003/35/EC (European Commission, 2003b), направленную на увеличение участия общественности в процессе ОВОС, для этого не существует стандартной практики.

Потребность к улучшению процедур ОВОС признана как в Стратегии по аквакультуре 2002 года, так и в пересмотренной Стратегии 2009 года, уделяющей определённое внимание областям, требующим внимания, а также рекомендациям относительно дальнейших действий. Одной из таких областей является контроль качества. Исследование *COM(2009) 378* (European Commission, 2009c) пришло к выводу, что стандарты ОВОС (не определённые директивами, но сформулированные отдельными странами в рамках их законодательства) и содержание и качество заявлений об экологических последствиях значительно различаются между государствами-членами. Недавний анализ качества заявлений об экологических последствиях по морскому рыбоводству в Шотландии (RSP Group, 2007) заключил, что хотя обычно их уровень и является удовлетворительным, их содержание и качество различается вследствие различных требований «скрининга» со стороны ответственных органов и процесса определения целей ОВОС. Отчёт приходит к выводу, что для морского рыбоводства в Шотландии следует применять процедуру ОВОС, пользующуюся стандартными шаблонами, и приводит рекомендуемые детальные шаблоны. Несмотря на то что в Шотландии данный подход ещё рассматривается и обсуждается, стоит задуматься о его более широком использовании на европейском уровне, применяя его для любого законодательного акта Европейского совета. Он также мог бы привести к стандартизации и упрощению процесса оценки воздействия на окружающую среду.

Вышеупомянутое законодательство не относится к странам Центральной и Восточной Европы, не входящим в ЕС. Тем не менее все эти страны являются членами *Конвенции Эспоо об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте*[123] и приняли национальное законодательство по ОВОС (см., например, соответствующие национальные законы Беларуси[124], Российской Федерации[125] или Украины[126]). Хорватия поддерживает применение интегрированного управления прибрежной зоной (ICZM) в планировании развития морской аквакультуры вдоль адриатического побережья (Вставка 9).

[123] www.unece.org/env/eia/eia.htm
[124] http://web.ceu.hu/envsci/eianetwork/legislation/belser93.html
[125] www.ecoguild.ru/docs/expertiselow.htm
[126] http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=45%2F95-%E2%F0

Вставка 9. Использование интегрированного управления прибрежной зоной для развития морской аквакультуры в Хорватии

Хорватия в настоящее время производит около 11 000 тонн аквакультурной продукции (FEAP, 2008) – главным образом лаврака и дораду, но также форель и тунца. Её длинное побережье, состоящее из уединённых и защищённых заливов, также делает её одной из наиболее популярных туристических целей в Европе. В связи с этим развитие аквакультурного сектора в Хорватии отражает многие проблемы, встречающиеся в государствах-членах ЕС и связанные с достижением равновесия между многочисленными «претензиями» на прибрежное пространство.

План интегрированного управления прибрежной зоной (ICZMP) Хорватии уделяет особое внимание аквакультуре и стремится к интеграции рационального и устойчивого общества пользователей прибрежных и морских ресурсов с охраной окружающей среды восточной Адриатики. План развития был разработан Министерством сельского, лесного и водного хозяйства Хорватии совместно с министерствами защиты окружающей среды и физического планирования, туризма, морского флота, транспорта и связи, с помощью специалистов ICZM и с использованием методов интегрированного управления прибрежной зоной (ICZM) и оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

План предлагает решения для использования потенциала аквакультуры к развитию, одновременно снижая отрицательные экологические воздействия и потенциальные конфликты с другими пользователями прибрежной зоны. Важными целями проекта были образование и передача знаний о разработанном руководстве.

Источник: Frankic, 2003; Katavic *et al.*, 2006

10.1.3 Экономические стимулы

В государствах-членах Европейского Союза основным финансовым средством развития рыболовства и аквакультуры является Европейский рыбохозяйственный фонд (EFF) на 2007–2013 годы[127]. EFF заменил Финансовый инструмент управления рыбным хозяйством (FIFG), бывший в действии в 2000–2006 годы, и действует на схожих основах, однако со значительными изменениями, в частности, с большей гибкостью в принятии различных мер, поскольку правила приемлемости были ограничены, включая только абсолютно необходимые на уровне Сообщества меры, а также с большей концентрацией эффективности поддержки отдельных мер, поскольку в каждом государстве-члене ЕС существует только одна программа EFF.

Так называемая «Ось 2» охватывает аквакультуру, рыболовство во внутренних водоёмах, переработку и маркетинг продукции рыболовства и аквакультуры, и является важнейшей частью EFF в отношении мер поддержки инвестиций в производство, экологических мер, мер по здравоохранению и ветеринарной медицине, рыболовства во внутренних водоёмах, переработки и маркетинга. Для доступа к фондам Оси 2 государства-члены ЕС должны иметь свои оперативные программы (планы развития на период 2007–2013 гг.), одобренные Еврокомиссией. Как видно ниже, на рисунке 17, большинство государств-членов ЕС выделяют 20–40 процентов общего финансирования EFF на развитие аквакультуры.

Конкретно в связи с вопросами экологии, EFF поддерживает компании, обязующиеся использовать в течение не менее пяти лет методы производства, содействующие охране окружающей среды в большей мере, чем предписано положениями существующего законодательства. Подобная поддержка может быть обеспечена, например, хозяйствам, которые переходят на органическую аквакультуру или должны соответствовать новым экологическим стандартам вследствие их расположения на признанных территориях «Натура-2000»[128]. Уровень поддержки определяется на основании

[127] См. EFF: http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/structural_policy_overview_en.htm
[128] Сеть «Натура-2000»: http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm

объективных критериев, таких как потеря прибыли по сравнению с традиционным производством, дополнительная стоимость новых методов или инвестиции, необходимые для производства.

Ось 3 (Меры, представляющие общий интерес) может обеспечить финансирование из EFF государственным или полугосударственным органам, признанным торговым организациям или другим учреждениям, указанным государствами-членами, на проекты по защите или улучшению водной флоры и фауны, например, на восстановление миграционных путей рыб в реках или составление планов управления ресурсами на территориях «Натура-2000». Однако зарыбление может получить поддержку только если оно однозначно предусмотрено ЕС в качестве защитной меры.

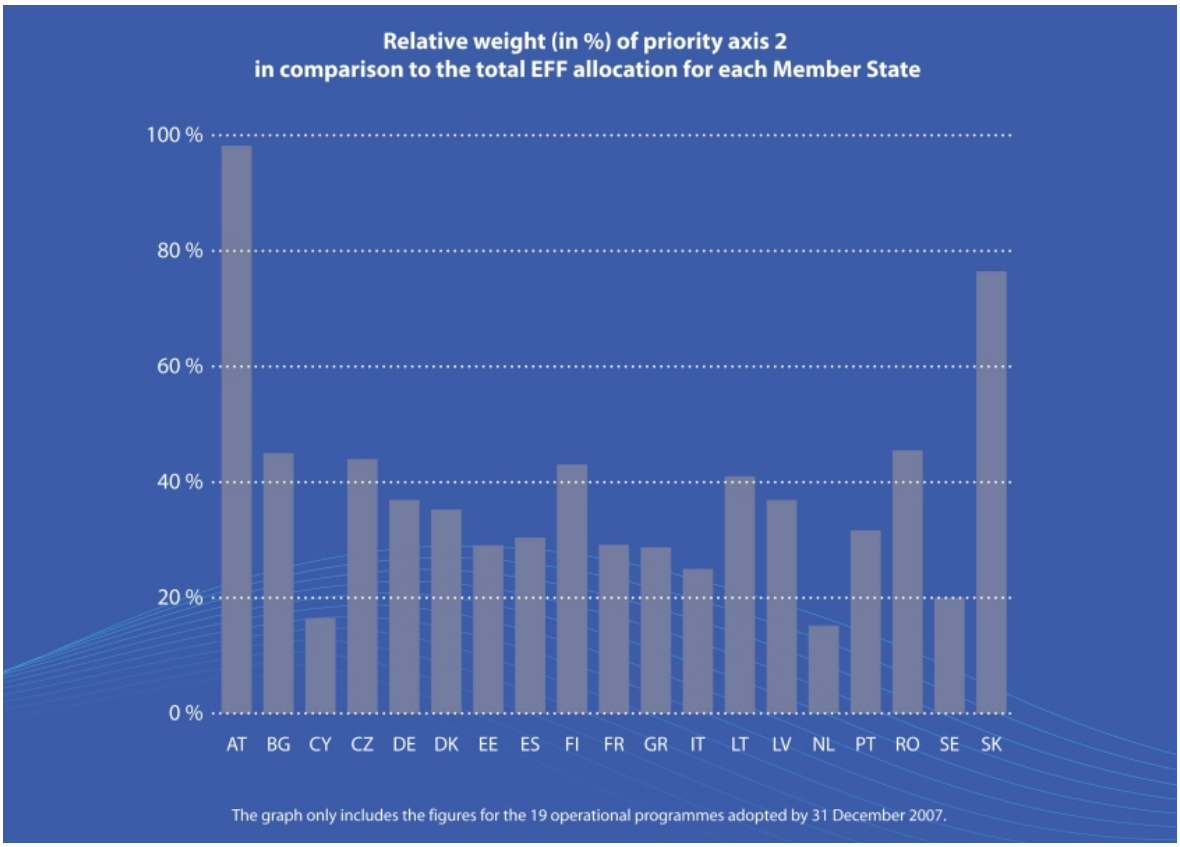


Рисунок 17. Относительная доля 2-й оси приоритетов Европейского рыбохозяйственного фонда (EFF) в общей поддержке EFF, выделенной отдельным государствам-членам ЕС (*Источник*: DG MARE Европейской комиссии: http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/structural_measures/axis_2_en.htm)

10.2 Взаимодействия заинтересованных сторон

10.2.1 Каналы консультации – оценка Консультативного комитета ЕС по рыболовству и аквакультуре

Консультативный комитет по рыболовству и аквакультуре (ACFA)[129], учреждённый в 1971 году и реорганизованный в 1999 году, является форумом, представляющим интересы ЕС в данных секторах, члены которого представляют важнейшие европейские организации. Члены ACFA назначаются Еврокомиссией на основании номинаций организаций, действующих на уровне Европейского

[129]http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/fisheries_sector_organisation_and_financing/c11129_en.htm

сообщества и являющихся наиболее репрезентативными представителями данных интересов. Они встречаются согласно годовой рабочей программе, принятой в согласии с Комиссией.

Пленум ACFA также включает в себя представителей четырёх рабочих групп, подготавливающих его бюллетени (называемые «мнениями»), а также представителей Комитета по диалогу с сектором, объединяющего партнёров от общественности. Рабочие группы занимаются следующими вопросами: (i) доступ к рыбохозяйственным ресурсам и управление рыбопромысловой деятельностью, (ii) аквакультура рыб, ракообразных и моллюсков, (iii) рынки и торговая политика, а также (iv) общие вопросы: экономика и анализ сектора. Еврокомиссия обеспечивает секретариат для Комитета и рабочих групп.

Недавняя промежуточная оценка ACFA (European Commission DG MARE, 2008f) представляет собой всесторонний обзор, концентрирующийся на представлении интересов сектора Консультативным комитетом и его эффективности. Данная оценка также рассматривает изменения условий работы ACFA с 1999 года, в частности, создание Региональных консультативных советов (РКС) (по рыбному хозяйству), реформу Общей рыбохозяйственной политики и внимание Еврокомиссии к единой морской политике. Оценка сформулировала 12 рекомендаций по улучшению функционирования ACFA и рассматривает четыре основных сценария будущего развития:

- Сценарий 1: Замена ACFA координационным комитетом РКС – создание единой всеобъемлющей структуры для диалога з заинтересованными сторонами.
- Сценарий 2: Меньший ACFA – с участием только самых важных заинтересованных сторон.
- Сценарий 3: Более крупный ACFA – Основное внимание на рыбном хозяйстве, однако с постепенным включением и других пользователей морского пространства.
- Сценарий 4: Консультативная группа по морям, занимающаяся использованием морского пространства в самом широком смысле, где сектор рыбного хозяйства является лишь одним из пользователей, без всякого привилегированного положения.

Ожидается, что вопрос о реформе ACFA будет рассмотрен и, возможно, претворён в жизнь в 2010 году. Данная реформа (как, в итоге, и реформированный ACFA) будет уделять внимание главным образом морскому пространству, т.е. прибрежной и морской аквакультуре, хотя рабочие группы ACFA по аквакультуре также рассматривают вопросы аквакультурного производства во внутренних водоёмах.

В целом, управление и консультации с заинтересованными сторонами существенно улучшились за последние десять лет. В частности, пример ACFA, обеспечившего платформу для консультаций с заинтересованными сторонами, является доказательством бесспорно положительного развития событий. Важнейший опыт и результаты участия заинтересованных сторон в ACFA заключаются в следующем: (i) сектор производства получил возможность влиять на формулирование стратегий и политики на уровне ЕС и (ii) имели место абсолютно положительные изменения в эффективных консультациях между политиками, производителями и другими заинтересованными сторонами.

10.2.2 Взаимоотношения с организациями потребителей

Европейская организация потребителей (Bureau Européen des Unions de Consommateurs или BEUC)[130], созданная в 1962 году, действует как «секретариат» 42 независимых национальных организаций потребителей из 30 стран Европы (ЕС, Европейской экономической зоны и стран-кандидатов). Её основной задачей является представление своих членов и защита интересов потребителей всей Европы. Часть бюджета BEUC обеспечивается из бюджета ЕС и BEUC имеет постоянное место в Европейской консультативной группе по защите прав потребителей (ECCG).

[130] www.beuc.eu

Ряд организаций потребителей из Бельгии, Франции, Италии, Испании и Португалии также образовали сеть «Euroconsumer», представляющую более миллиона граждан Европы и издающую 32 публикации на 5 языках, информирующие потребителей об их правах, а также, в частности, о возможностях выбора. Наиболее известной продукцией организаций-членов «Euroconsumer» являются обзоры потребительских товаров.

Несмотря на то что BEUC представлена в ACFA, регулярные контакты и обеспечение информации по вопросам аквакультуры на европейском уровне являются довольно ограниченными. Не подлежит сомнению, что контакты между сектором аквакультуры и организациями потребителей существуют на уровне отдельных стран, но их масштаб не подтверждён документально. Инициатива CONSENSUS (проект, финансированный из 6РП ЕС)[131] попыталась решить эту проблему, наладив контакты как с BEUC, так и с Euroconsumer. Выбранный подход заключался в обсуждении проблем и вопросов, представляющих интерес для организаций потребителей, а затем их подробном анализе путём (i) составления общеинформационной книги по европейской аквакультуре и получения замечаний по её поводу от организаций-членов BEUC, а также (ii) предложения сравнительных исследований в странах сети «Euroconsumer».

Реакции на публикацию CONSENSUS под названием *К устойчивой аквакультуре в Европе* (European Commission, 2008b) были, в целом, положительны и многие организации планируют использовать её для улучшения информированности своих членов по данным вопросам. Другие организации ожидают актуализированной информации по аквакультуре, поскольку данные научно-исследовательские инициативы генерируют новые знания.

Euroconsumers[132] также опубликовала несколько статей по аквакультуре, в том числе, (i) сравнение выполнения директивы ЕС по маркировке происхождения и источника продукции рыболовства и аквакультуры, (ii) сравнительные тесты на содержание загрязнителей в рыбе в местах реализации и (iii) отсутствие ощутимых различий между выловленной рыбой и рыбой из аквакультуры в торговых точках и, соответственно, вопрос о том, почему отношение к аквакультуре является отрицательным в некоторых странах Европы.

10.3 Самоуправление в секторе

В 2000 году Федерация европейских производителей в секторе аквакультуры (FEAP) разработала собственный Кодекс поведения (КП) с целью поддержки ответственного развития рыбоводства в Европе и управления им (FEAP, 2000). Кроме того, Конференция по аквакультуре в третьем тысячелетии приняла Бангкокскую декларацию и стратегию развития аквакультуры после 2000 года, заявив, что «аквакультурные политика и законодательство должны содействовать внедрению практичных и экономически жизнеспособных методов выращивания и управления, являющихся экологически ответственными и социально приемлемыми».

Кодекс поведения FEAP был пересмотрен в 2008 году[133] и в него были добавлены показатели устойчивости, разработанные в рамках инициативы ЕС «CONSENSUS» с помощью подхода, обеспечивающего участие многих заинтересованных сторон, а также более 30 показателей эффективности сектора (наилучшей практики и бенчмаркинга сектора), измеряемые на уровне хозяйств и превышающие требования национальных законодательств.

В согласии с Меморандумом о взаимопонимании, заключённым в 2006 году с FEAP, Средиземноморское бюро Международного союза охраны природы (IUCN-Med), при поддержке Министерства окружающей среды, сельского хозяйства и морских ресурсов Испании, подготавливает серию руководств по устойчивому развитию аквакультуры в Средиземноморье. Первым из них было «Руководство по взаимодействиям аквакультуры и окружающей среды» (IUCN, 2007), за которым

[131] www.euraquaculture.info
[132] www.euroconsumers.org/
[133] www.aquamedia.info/consensus/

недавно последовало второе руководство по теме «Выбор участков для аквакультуры и управление ими» (IUCN, 2009; Вставка 10).

Вставка 10. **Руководство МСОП-FEAP по выбору участков и управлению ими**

Целью руководства *«Выбор участков для аквакультуры и управление ими»* (IUCN, 2009) является поддержка устойчивого развития средиземноморской аквакультуры путём предоставления основных указаний по надлежащей практике выбора участков и их управления. В ряде семинаров по подготовке данного руководства приняли участие более 50 экспертов в различных областях, в том числе, специалисты по социальной экономике, биологи, юристы, аквакультурные производители, а также представители правительств и организаций по охране окружающей среды из большинства стран Средиземноморья. Можно утверждать, что на данный момент это руководство является наиболее всеобъемлющим документом по наилучшей практике, составленным заинтересованными сторонами, представляющими самые различные интересы.

Подготовка этого и других руководств является примером успешного сотрудничества между организацией производителей (FEAP) и природоохранной организацией (IUCN-Med), имеющего правительственную поддержку (Министерство окружающей среды, сельского хозяйства и морских ресурсов Испании) и дающего указания по устойчивому развитию аквакультуры в Средиземноморье.

Источник: IUCN, 2009

10.4 Сбор данных и управление ими

FEAP уже в течение ряда лет собирает данные по объёмам и ценности продукции европейской аквакультуры во всех видовых группах, которые регулярно обновляются на её сайте.[134]

Официальные правительственные статистические данные по объёмам и ценности продукции аквакультуры собираются и публикуются ФАО (см., например, FAO, 2010).

В июле 2008 года Европейский парламент и совет приняли Регламент (ЕС) № 762/2008 по аквакультурной статистике (European Commission, 2008g). Он предписывает государствам-членам собирать и предоставлять данные по годовой продукции (объёму и ценности), годовому вылову рыб для аквакультуры, основанной на естественных уловах, годовой продукции рыбопитомников и рыбоводных заводов, а также по структуре сектора аквакультуры. Регламент (отменяющий и заменяющий прежний Регламент (ЕС) № 788/96) не только значительно расширяет круг собираемых данных по сравнению с прежним Регламентом, но также потенциально даёт дополнительную гарантию их качества.

После принятия в феврале 2008 года Регламента, касающегося установления общей структуры по сбору, управлению и использованию данных в секторе рыболовства и обеспечения научными аспектами относительно CFP (Регламент (ЕС) № 2008/199; European Commission 2008h), этот новый правовой документ был расширен, включив в себя отрасль морской аквакультуры. Регламент Еврокомиссии (ЕС) № 665/2008 по применению предыдущего регламента (European Commission 2008i) был принят в июле 2008 года и предусматривает сбор следующих экономических переменных: доход, стоимость персонала, энергии и сырья, инвестиции, занятость и количество предприятий.

В 2008 году Европейская комиссия объявила тендер на определение данных, необходимых для оценки экономических тенденций и эффективности сектора аквакультуры ЕС-27 и лучших механизмов сбора этих данных. Полученный отчёт (FRAMIAN 2009a,b,c) сформулировал рекомендации по финансовым показателям, которые могут быть собраны, организациям,

[134] www.aquamedia.org/production/default_en.asp

находящимся в наилучшем положении, чтобы собрать их, а также их потенциальным годовым расходам (оценённым в 2,5 млн евро, в дополнение к начальным расходам, равным 1 млн евро).

В то же время, в 2008 году, были приняты и другие правовые нормы по сбору данных в секторе рыбного хозяйства, включая аквакультуру (European Commission 2008g,h,i,j), делающие сбор данных по морской аквакультуре обязательным, но освобождающие от него пресноводную аквакультуру.

Основные рекомендации отчёта FRAMIAN могут быть суммированы следующим образом:

- Максимальная эффективность сбора данных может быть достигнута только при точном определении их будущего использования, что также позволяет точно сформулировать цели сбора данных и определить приоритеты в сборе или оценке показателей.
- По-прежнему существует значительная степень неоднородности в отдельных сегментах аквакультурных фирм, определяющихся объектами рыбоводства и технологиями нагула, вследствие различий в их размерах и уровне вертикальной интеграции (например, собственное воспроизводство или приобретение молоди). Поэтому рекомендуется определить «область наблюдения», включая подходящие пороговые значения, и концентрироваться на ней при сборе данных. Могут применяться также дополнительные критерии, например, уделяя особое внимание определённым видам или размерам. Данные по сегментам, находящимся вне области наблюдений, могут собираться в рамках особых исследований, выполняемых реже, в зависимости от конкретных потребностей. Средние данные по сегментам должны быть основаны, как минимум, на пяти фирмах, ни одна из которых не должна представлять больше определённого процента общей ценности продукции.
- Кроме определения области наблюдений, рекомендуется определить приоритеты в сборе показателей. Данные по более приоритетным показателям (товарооборот, стоимость персонала, общие текущие расходы, занятость) должны собираться ежегодно. По менее приоритетным показателям (подробности о составе текущих и капитальных расходов) они могут собираться один раз в несколько лет в рамках особых исследований, однако следует разработать процедуры оценки, позволяющие получать данную информацию по потребности.
- Сотрудничество аквакультурной отрасли необходимо по нескольким причинам: a) для получения доступа к данным, b) для обоснования дополнительных административных расходов исследуемых фирм вследствие сбора данных, а также c) для подтверждения обоснованности опирающихся на эти данные анализов, чтобы результаты не оспаривались или дискредитировались как основанные на смещённых данных. В связи с этим цель схемы сбора данных, а также некоторые детали осуществления (определение приоритетных показателей) должны разрабатываться в диалоге с отраслью.
- Поскольку число фирм в новых аквакультурных областях отдельных стран является очень низким, рекомендуется объединить данные анонимных компаний государств-членов для расчёта средних значений по ЕС. Этот подход должен привести к более низкой относительной стандартной ошибке, а также облегчить сохранение конфиденциальности данных.
- Сбор данных по аквакультуре должен выполняться организациями, уже участвующими в научном анализе статистических данных в сопоставимых областях, таких как сельское хозяйство или рыболовство. Этот подход имеет ряд важных преимуществ: a) близость сбора и анализа данных позволит лучшую интерпретацию количественных результатов благодаря точному знанию сильных и слабых сторон данных, b) связь между анализом и сбором данных будет благотворной для определения приоритетов и выполнения специальных исследований по конкретным новым видам аквакультурной деятельности и/или определения детальных показателей, как предложено выше, включая различные процедуры оценки.

10.5 Ключевые проблемы и истории успеха

В своём отчёте «*Регулятивные и правовые препятствия в европейской аквакультуре*» Хедли и Хантингдон (Hedley and Huntingdon, 2009) сравнили существующие законодательные основы ЕС (анализ примеров из Франции, Греции, Италии, Испании и Великобритании) с имеющимися в Норвегии, Чили, Соединённых Штатах Америки, Канаде, Австралии и Новой Зеландии. Авторы

отметили, что на уровне государств-членов ЕС многие страны имеют общие проблемы, которые тесно связаны с проблемами на уровне ЕС.

На уровне ЕС основными препятствиями кажутся следующие:

- Отсутствие общего подхода к лицензированию и различные проблемы с осуществлением процедур лицензирования на местном уровне, включая задержки, непостоянство, нежелание одобрять лицензии и т.д.
- Доступ к подходящим для аквакультурного производства участкам может быть затруднён из-за непризнания аквакультуры равноправным пользователем ресурсов. Морская политика открывает новые возможности в прибрежном и морском пространственном планировании, однако в настоящее время она не содержит ясных указаний по планированию аквакультуры.
- Беспокойство относительно потенциального ограничения развития аквакультуры Рамочной директивой по воде и защита вод для выращивания моллюсков требуют особого внимания.
- Поедание объектов аквакультуры защищёнными видами; несмотря на наличие правовых механизмов для лучшего управления ими, существует неуверенность в их интерпретации.
- Применение правил оценки воздействия на окружающую среду на местном уровне. Их нередко используют, ограничивая развитие аквакультуры.

10.6 Дорога в будущее

Еврокомиссия, юрисдикция которой распространяется на очень разнообразный географический регион, стремится к обеспечению общей стратегии развития устойчивой аквакультуры. Хотя представители заинтересованных сторон, в целом, приветствовали стратегию ЕС 2002 года, она не привела к росту продукции. Стратегия 2009 года направлена на обеспечение стимула для нового роста и особая роль в содействии этой цели отводится отдельным государствам-членам. Комитет рыбного хозяйства Европейского парламента в настоящее время подготавливает своё мнение о стратегии 2009 года, которое будет представлено Европейской комиссии в начале 2010 года.

Успех стратегии 2009 года не станет явным ещё в течение некоторого времени, но он будет зависеть от ряда факторов. Первым является политическое признание важности развития аквакультуры. Она получит должный статус в вопросе доступа к водным ресурсам, от которых она зависит, только когда страны признают её стратегическую важность для своего развития. Поэтому стратегия должна широко пропагандироваться европейскими институтами как документ ключевой важности.

Вторым фактором успеха является решение проблем управления, как во всей Европе, так и в отдельных странах. Усилия Хорватии по внедрению интегрированного управления прибрежной зоной (Вставка 8) являются хорошим примером и показывают путь вперёд в области межминистерского пространственного планирования. Хотя развитие планирования эксплуатации водных ресурсов поощряется и в других странах региона, есть различия в их прогрессе. Ясно и то, что требуется дальнейшая гармонизация интерпретации европейских директив, в частности, по оценке воздействия на окружающую среду. Данная практика сильно различается между странами региона и, хотя она входит в национальную юрисдикцию, обмен информацией по требованиям, функциям уставных органов и примерам отдельных стран может принести много пользы.

Третьим фактором успеха является создание европейской «обсерватории аквакультуры». Стратегии, политика и меры развития будут сопровождаться чёткими и согласованными финансовыми показателями, только когда регламенты 2008 года по сбору данных будут дополнены и использованы в создании единой обсерватории при активном участии сектора (в частности, организаций производителей).

Наконец, за последние десять лет взаимоотношения между аквакультурными организациями Европы, в частности, между инициативами, направленными на сотрудничество с организациями потребителей, значительно улучшились как в Европе в целом, так и в отдельных странах. Организации потребителей признают потребность своих членов в информации по аквакультуре, количество подписчиков в ближайшие годы увеличится (CONSENSUS questionnaire, 2008) и спрос на

сбалансированную информацию по аквакультуре растёт, в соответствии с мировой тенденцией поощрения выбора потребителями устойчивых морепродуктов.

11. ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ БАНГКОКСКОЙ ДЕКЛАРАЦИИ И СТРАТЕГИИ

Участники Конференции по аквакультуре в третьем тысячелетии (Бангкок, 2000 год), признали (NACA/FAO, 2000; NACA/FAO, 2001a,b), что за последние три десятилетия аквакультура превратилась в один из наиболее быстрорастущих секторов производства продуктов питания и играет всё более важную роль в экономическом развитии многих стран, как и в мировом продовольственном снабжении и продовольственной безопасности (FAO, 2006). В Азии аквакультура растёт со скоростью 6,7 процента в год с 2000 года; в то же время рост аквакультуры в Европе является значительно более низким (2,2 процента). Тем не менее, рост аквакультуры между странами и регионами Европы сильно различается. Производство аквакультуры в Европейском Союзе практически находится в состоянии застоя (после расширения ЕС, между 2001 и 2007 годами, годовой рост составлял 0,5 процента) (FAO, 2009a), тогда как в странах, не входящих в ЕС, годовой темп роста в тот же период был равен 7,6 процента, благодаря динамическому росту аквакультуры в Турции (8,5 процента), Норвегии (7,8 процента) и Российской Федерации (5,2 процента).

В последние десять лет развитие аквакультуры в Европе продолжилось и она стала современной, динамической отраслью, производящей безопасную, ценную и качественную продукцию, а также выработала средства, чтобы быть экологически устойчивой. Тем не менее, проблемы аквакультуры в ЕС по-прежнему многочисленны: например, ограниченный доступ к пространству и лицензиям; фрагментация отрасли; ограниченный доступ к стартовому капиталу или кредитам на инновацию в рискованных условиях (в частности, учитывая постоянные изменения экономической ситуации и структуры торговли); нагрузка импорта; недостаточность лекарственных препаратов и вакцин. Кроме того, строгие правила ЕС, особенно по охране окружающей среды, ограничивают конкурентоспособность по отношению к конкурентам в Азии или Латинской Америке. В ЕС и других странах Европы существует активная и высококачественная научно-техническая база для развития аквакультуры и улучшаются процессы обмена знаниями и их пополнения; однако связи между практикой и научно-исследовательскими центрами всё ещё недостаточно эффективны, чтобы создать по-настоящему определяемый целями и спросом научно-технический подход к развитию сектора.

Через два года после издания Бангкокской декларации, в 2002 году, Европейский парламент принял *Стратегию устойчивого развития европейской аквакультуры* (European Commission, 2002a). Несмотря на то что это был документ ЕС, определяющий направления политики, содействующие росту аквакультуры в государствах-членах Европейского Союза, он также повлиял на развитие аквакультуры в странах Европы, не входящих в ЕС. Ключевые элементы аквакультурной стратегии Европейского Союза хорошо совпали с ключевыми элементами Бангкокской декларации. Меры, предложенные стратегией ЕС, имели отношение к росту продукции, конкуренции за пространство, развитию рынка, обучению, управлению, безопасности аквакультурной продукции, благополучию животных, воздействию на окружающую среду и научным исследованиям. За прошедшие семь лет был достигнут значительный прогресс в обеспечении экологической устойчивости, безопасности и качества аквакультурной продукции ЕС. Однако, в то же время, общий рост аквакультурного производства в ЕС замедлился, что находится в резком контрасте с высокими темпами роста в остальном мире. В результате консультаций и оценки возможностей развития аквакультуры в странах ЕС, уделивших особое внимание европейской аквакультурной стратегии 2002 года, в 2009 году была разработана пересмотренная Стратегия устойчивого развития европейской аквакультуры (European Commission, 2009b)[135]. Тремя основными направлениями новой стратегии являются следующие: (i) улучшение конкурентоспособности аквакультурной продукции ЕС, (ii) создание условий для устойчивого роста аквакультуры и (iii) улучшение общественного восприятия сектора и его управления. Данные ключевые области новой стратегии отражают основные проблемы европейского сектора аквакультуры и включают в себя ключевые элементы Бангкокской декларации.

Европейские эксперты и учреждения участвовали в разработке Бангкокской декларации и, в духе данного стратегического документа, многие из них продолжили укрепление сотрудничества с

[135] http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0511:FIN:EN:PDF

развивающимися странами, особенно через образовательные и научно-исследовательские программы. Межрегиональное сотрудничество между Европой и развивающимися странами прогрессирует с 2000 года. Ведущие аквакультурные учреждения Европы, такие как Гентский университет, Вагенингенский университет, Университет Стирлинга, Институт рыболовства, аквакультуры и ирригации (HAKI) развили и поддерживают активное сотрудничество с учреждениями развивающихся стран (главным образом в Азии) на двусторонней основе.

В рамках Специальных мероприятий международного сотрудничества (SICA), ЕС делает возможным и поддерживает участие экспертов и институтов из стран мира, характеризующихся низким и средним уровнем доходов, в Седьмой рамочной программе по научным исследованиям и технологическому развитию Европейского Союза на период 2007–2013 гг. (7РП[136]) и получение ими финансирования. Часть проектов направлена на укрепление аквакультуры в развивающихся регионах мира, например, недавние проекты AquASEM09[137] и SARNISSA[138].

Европейские страны, компании, учреждения, организации и различные группы заинтересованных сторон предпринимали попытки к укреплению регионального и межрегионального сотрудничества. Хорошим примером межрегионального сотрудничества между аквакультурными сетями Европы и Азии является сотрудничество и партнёрство Сети центров аквакультуры в Азиатско-тихоокеанском регионе (NACA[139]) и Сети центров аквакультуры в Центральной и Восточной Европе (НАСИ[140]). NACA и НАСИ являются партнёрами с 2004 года, когда НАСИ была создана при поддержке ФАО.

Следует также отметить, что известность Бангкокской декларации среди сторон, заинтересованных в европейской аквакультуре, значительно различается в различных сегментах сектора и в различных регионах Европы. Европейские организации и учреждения, активно участвующие в международных программах, хорошо знают данный документ и его содержание. С другой стороны, опыт показывает, что в Восточной Европе (особенно в странах, не входящих в ЕС) Бангкокская декларация малоизвестна или неизвестна, что также указывает на информационный разрыв, всё ещё существующий в этом регионе Европы.

Через десять лет после издания Бангкокской декларации и стратегии в 2000 году, её ключевые элементы по-прежнему релевантны и своевременны. Однако следует подчеркнуть, что, со времени Бангкокской конференции 2000 года, разнообразие аквакультуры увеличилось ещё больше. Также увеличилась и сложность социально-экономической среды. В следующие годы на аквакультуру, несомненно, повлияет много различных комплексных тенденций, действующих вместе, иногда очень неожиданным образом, и вызывающих изменения отрасли, которые могут быть очень быстрыми (Dixon, 2002). Воздействия глобализации на аквакультуру и изменения мирового социально-экономического контекста не всегда могут напрямую управляться сектором, или даже отдельными странами. Решение ряда изменений и их воздействий возможно только на мировом уровне, через международное сотрудничество (FAO, 2005–2009). Поэтому рекомендации Бангкокской декларации и стратегии относительно осуществления аквакультурных стратегий через региональное и межрегиональное сотрудничество (включающее, среди партнёров, правительства, неправительственные, фермерские, региональные и международные организации, агентства по развитию, финансирующие и кредитные организации и даже группы потребителей) заслуживают особого внимания в будущем. Синергия и сотрудничество существующих организаций должны поддерживаться и в дальнейшем, а также должны создаваться новые региональные аквакультурные организации, обменивающиеся опытом с существующими региональными аквакультурными сетями.

---

[136] http://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm

[137] AquASEM09 является проектом, финансируемым ЕС, который начнётся в 2010 году. Его полное название: Укрепление воздействий Платформы по аквакультуре АСЕМ: мост между аквакультурой Азии и Европы. В консорциум, возглавляемый Гентским университетом, входят пять партнёров из Европы и четыре из Азии.

[138] www.sarnissa.org/tiki-index.php

[139] www.enaca.org/

[140] http://agrowebcee.net/nacee/

12. REFERENCES/ЛИТЕРАТУРА

Alcamo, J., Henrichs, Y. & Rösch, T. 2000. World water in 2025. Global modeling scenario analysis for the World Commission on Water for the 21st century. Report A0002, Kassel, Center for Environment Systems Research, University of Kassel. 47 pp.

Anonymous. 2004. Space for a saline harvest. The Hague, The Netherlands Ministry for Agriculture, Nature Management and Food Quality. (Available at www.minlnv.nl/portal/).

Anonymous. 2009. The European research consortia SELFDOTT and ALLOTUNA succeeded in controlling the reproduction of the Atlantic bluefin tuna in captivity and began larval rearing work. *FishfarmingXpert*, 4 (August 2009): 56–58.

Antychowicz, J., Reichert, M., Matras, M., Bergmann, S.M., Haenen, O. & Haenen, O. 2005. Epidemiology, pathogenicity and molecular biology of Koi Herpes virus isolated in Poland. *Bull Vet Inst Pulawy*, 49: 367–373.

Aquaculture Europe. 2009. European researchers hit tuna spawning bonanza. *Aquaculture Europe*, 34 (3): 21.

Aubin, J., Papatryphon, E., van der Werf, H.M.G., & Chatzifotis, S. 2009. Assessment of the environmental impact of carnivorous finfish production systems using life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*,17: 354–361.

Aursand, M. 2009. Handling and Processing. Working group material for the Working Group "Handling and Processing" of EATIP Thematic Area "Technology and Systems". Liege, European Aquaculture Technology & Innovation Platform. (Available at www.eatip.eu/content/view/1/2/)

Bacher, C. & Black, K. 2008. Risk Assessment of the potential decrease of carrying capacity by shellfish farming. *In* GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), p. 90–111. Assessment and communication of environmental risks in coastal aquaculture. Rome, FAO. *Reports and Studies GESAMP* (76). 198 pp. (available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0035e/i0035e.zip)

Balebona, M.C., Andreu, M.J., Bordas, M.A., Zorila, I. & Morinigo M.A. 1998. Pathogenicity of *Vibrio alginolyticus* for cultured seabream *Sparus aurata*. *Appl Environ Microbiol*, 64 (11): 4269–4275.

Barg, U., Clausen, J., Funge-Smith, S., Gonzales de la Rocha, J., Lovatelli, A., Massa, F., Mena Millar, A., Moehl, J. & Poulain, F. 2008. Support to sustainable aquaculture development by regional fishery bodies. *FAO Aquaculture Newsletter*, 40: 22-24. (also available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0305e/i0305e13.pdf)

Bartley, D.M. & Leber, K.M., eds. 2004. Marine ranching. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 429. Rome, FAO. 213 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y4783e/y4783e00.pdf)

Bell, J.G. & Waagbo, R. 2008. Safe and nutritious aquaculture produce: benefits and risks of alternative sustainable aquafeeds. *In* M. Holmer, K. Black, C. Duarte, N. Marba & I. Karakassis, eds. *Aquaculture in the Ecosystem*. Kluwer Academic Publishers Group, pp. 185–225.

Birdlife International. 2009. Important Bird Area factsheet. Lednicke rybniky ponds (Lednice fish ponds) Czech Republic. (Downloaded from the Data Zone at www.birdlife.org on 13 October 2009)

Black, K.D. 2001. Environmental impact of aquaculture. London, Blackwell. 420 pp.

Black, K. & Cromey, C. 2008. Fish farming effects on benthic community changes due to sedimentation. *In* GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), pp. 72–89. Assessment and communication of environmental risks in coastal aquaculture. Rome, FAO. *Reports and Studies GESAMP* (76). 198 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0035e/i0035e.zip)

Blaxter, J.H.S. 2000. The enhancement of marine fish stocks. *Adv. Mar. Biol.*, 38: 1–54.

Born, A.F., Immink, A.J. & Bartley, D.M. 2004. Marine and coastal stocking: global status and information needs. *In* Bartley, D.M. & Leber, K.M, (eds). 2004. pp. 1–18. Marine ranching. Rome, FAO. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 429.

Bostock, J., Muir, J., Young J., Newton, R. & Paffrath S. 2008a. Prospective Analysis of the Aquaculture Sector in the EU. Part 1: Synthesis report. Sevilla, European Commission, Joint Research Center, Institute for Prospective Technological Studies. Scientific and Technical Reports.
(available at ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/JRC45685.pdf ; http://ipts.jrc.ec.europa.eu/)

Bostock J., Muir, J., Young J., Newton R. & Paffrath S. 2008b. Prospective Analysis of the Aquaculture Sector in the EU. Part 2: Characterization of emerging aquaculture systems. Sevilla, European Commission, Joint Research Center, Institute for Prospective Technological Studies. Scientific and Technical Reports.
(available at ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/JRC45686.pdf; http://ipts.jrc.ec.europa.eu/)

Bostock, J., Murray, F., Muir, J., Lane, A., Alday-Sanz, V., Anagnopoulos, N. & Papegeorgiou, P. 2009. European aquaculture competitiveness: Limitations and possible strategies. Report commissioned by the Fisheries Committee of the European Parliament (in preparation). *Ref: IP/B/PECH/IC/2008_177*.

Burridge, L., Weis, J., Cabello, F. & Pizzaro, J. 2008. Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. (Available at www.worldwildlife.org/what/globalmarkets/aquaculture/WWFBinaryitem8842.pdf)

CAC, 2009. Guidelines for the Production, Processing, Labelling and Marketing of Organically Produced Foods. Codex Alimentarius Commission, Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Rome, FAO. CAC/GL 32-1999. 33 pp.
http://www.codexalimentarius.net/download/standards/360/cxg_032e.pdf

Castric, J., Jeffroy, J. Bearzotti, M. & Kinkelin, P. 2005. Isolation of viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) from wild elvers (*Anguilla anguilla*). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 12: 21–23.

Chopin, T. & Bastarache, S. 2002. Finfish, shellfish and seaweed mariculture in Canada. *Bull. Aquac. Assoc. Can.* 102: 119–124.

Christensen, V. 2000. Indicators for marine ecosystems impacted by fisheries. *Mar. Freshwat. Res.* 51: 447–450

CIPA (Comité Interprofessionnel des Poissons d'Aquaculture) and FFA (Fédération Française d'Aquaculture). 2004. Guides des bonnes pratiques sanitaires en élevage piscicole. CIPA-FFA-UNPSA-OFIMER-CEE-MAPAAR. 285 pp.

Cochrane, K., De Young, C., Soto, D. & Bahri, T. (eds). 2009. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 530. Rome, FAO. 212 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0994e and ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0994e/i0994e.pdf)

CONSENSUS questionnaire. 2008. European consumer organisations give their feedback on sustainable aquaculture. *Aquaculture Europe* 33 (4) December 2008

Cooley, S.R. & Doney, S.C. 2009. Anticipating ocean acidification's economic consequences for commercial fisheries. *Environ. Res. Lett.* 4 (2009) 024007. 8 pp.

Costa-Pierce, B. 2008. An ecosystem approach to marine aquaculture: a global review. *In* D. Soto, J. Aguilar-Manjarrez & N. Hishamunda, (eds). pp. 81–115. Building an ecosystem approach to aquaculture. FAO/Universitat de les Illes Balears Experts Workshop, 7–11 May 2007, Palma de Mallorca Spain. *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings* No. 14. Rome, FAO. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0339e/i0339e.pdf)

Council of Europe (CoE), European Union (EU) & World Organisation for Animal Health (OIE), 2006. Animal Welfare in Europe: achievements and future prospects, joint declaration on animal welfare in Europe (available at

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/CoE_EU_OIE_Final-Declaration_final.24.11.06.pdf)

Cross, S.F. 2004. Finfish-shellfish integrated aquaculture: water quality interactions and the implications for integrated multitrophic aquaculture policy development. *Bull. Aquacul. Assoc. Canada*, 104-3: 44–55.

Daniel, H., Bernez, I., Haury, J. & Le Cœur, D. 2005. The ability of aquatic macrophytes to assess fish farm pollution in two salmon rivers. *Hydrobiologia*, 551: 183–191

David M. & Percovic, M. 2004. Ballast water sampling as critical component of biological invasions risk management. *Mar. Poll. Bull.*, 49: 313–318.

Davies, I.M., Greathead, G. & Black, E.A. 2008. Risk analysis of the potential interbreeding of wild and escaped farmed cod (*Gadus morrhua*). *In* GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), pp. 112–132. Assessment and communication of environmental risks in coastal aquaculture. *Reports and Studies GESAMP* (76).198 pp. Rome, FAO. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0035e/i0035e.zip)

Diederich S., Nehls, G., van Beusekom, J.E.E. & Reise, K. 2005. Introduced pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the Northern Wadden Sea: invasion accelerated by warm summers? *Helgol. Mar.Res.*, 59: 97–106.

Dixon, P. 2002. Future of Aquaculture. Aquavision Magazine Article 2002 (available at www.globalchange.com/fishfarm.htm)

Doney, S.C., Fabry, V.J., Feely, R.A. & Kleypas, J.A. 2009. Ocean acidification: the other CO_2 problem. *Annu. Rev. Mar. Sci*,. 1: 169–192.

Dulcic, J., Kraljevic, M., Pallaoro, A. & Glamuzina, B. 2005 Unusual catch of bluefish *Pomatomus saltatrix* (Pomatomidae) in Tarska cove (northern Adriatic). *Cybium*, 29(2): 207–208

Dussauze, M. & Menesguen, A. 2008. Simulation de l'effet de 3 scénarios de réduction des teneurs en nitrate et phosphate de chaque bassin versant breton et de la Loire sur l'eutrophisation côtière bretonne. Ifremer, RST DYNECO/EB/08-08/AM. In French. (Available at www.previmer.org/previsions/production_primaire/modele_eco_mars3d_bretagne)

EFSA (European Food Safety Authority). 2004. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals (Question N° EFSA-Q-2003-093). *The EFSA Journal (2004)*, 45, 1-29. (Available at www.efsa.eu.int) .

EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission). 2008a. Report of the EIFAC Ad-Hoc Working Party on Handling of Fish in Fisheries and Aquaculture, Utrecht, Netherlands, 24–26 March 2004. *EIFAC Occasional Paper* No. 40. Rome, FAO. 88 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0218e/i0218e00.pdf)

EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission). 2008b. Report of the EIFAC Workshop on a European Cormorant Management Plan. Bonn, Germany, 20–21 November 2007. *EIFAC Occasional Paper* No. 41. Rome, FAO. 34 pp. (Available at www.fao.org/docrep/011/i0210e/i0210e00.htm)

EIONET. 2009. Countries SoER – State of the Environment Reporting Information System (SERIS). Copenhagen, European Environment Agency. Database with reports for countries included in the EEA Third Assessment Report. (Available at www.eionet.europa.eu/seris)

Ernst & Young, ANDI-COGEA, Eurofish & Indemar. 2008a. Étude des performances économiques et de la compétitivité de l'aquaculture de l'Union européenne. 198 pp.

Ernst & Young, ANDI-COGEA & Eurofish. 2008b. Evaluation of the Common Organisation of the Markets in Fishery and Aquaculture Products. Executive Summary. EC Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries (DG MARE) (available at http://ec.europa.eu/fisheries/publications/studies/evaluation_markets_summary_en.pdf).

Ernst & Young, ANDI-COGEA & Eurofish. 2009. Study on the supply and marketing of fishery and aquaculture products in the European Union. Executive summary. EC Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries (DG MARE) (available at http://ec.europa.eu/fisheries/publications/studies/fap_exec_summary_en.pdf).

EUROFISH. 2003. Salmon. FISH INFOnetwork Monthly Market Report. June 2003 (available at www.eurofish.dk/dynamiskSub.php4?id=1533)

European Commission (EC). 1997. Council Directive 97/11/EEC of 3 March 1997, amending directive 85/337/EEC on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment. *Official Journal of the European Communities*, 1997. No. L 073, 14/03/1997 P. 0005

European Commission (EC). 1998. **Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption.** *Official Journal* No. L 330, 5/12/1998. pp. 32–*54*. (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31998L0083:EN:NOT**)**

European Commission (EC). 2000a. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal* L 327, 22/12/2000. pp. 1–7 (also available at http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28002b_en.htm)

European Commission (EC). 2000b. Fisheries research organisations and research programmes in the European Union, Iceland, Israel and Norway. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2000. 340 pp.

European Commission (EC). 2001a. Commission Regulation (EC) No.2065/2001 of 22 October 2001 laying down detailed rules for the application of Council Regulation (EC) No.104/2000 as regards informing consumers about fishery and aquaculture products. *Official Journal* L 278 pp.0006-0008 of 23/10/2001. (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001R2065:EN:HTML)

European Commission (EC). 2001b. A Sustainable Europe for a Better World: A European Union Strategy for Sustainable Development. Communication from the Commission. *COM(2001)264 final*. Brussels, Commission of the European Communities. 17 pp. (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0264:FIN:EN:PDF)

European Commission (EC). 2001c. Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment. *Official Journal* L 197, 21/07/2001: 0030–003. (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0042:EN:HTML).

European Commission (EC). 2002a. A Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture. Commission. Communication from the Commission to the European Parliament and the Council. *COM (2002) 511 final*. 26 pp.

European Commission (EC). 2002b. European Initiative on Harmful Algal Blooms (EUROHAB). Report of the EUROHAB Science Initiative. Part B. Granéli E., Lipiatou E., & Enevoldsen, H. (comp.). Paris, IOC-Unesco. Harmful Algae News (August 2002; Special issue): 6 pp. (Available at http://iocunesco.org/hab/components/com_oe/oe.php?task=download&id=6154&version=1.0&lang=1&format=1)

European Commission (EC). 2003a. On the Application and Effectiveness of the EIA Directive (Directive 85/337/EEC as amended by Directive 97/11/EC). How successful are the Member States in implementing the EIA Directive? Report from the Commission to the European Parliament and the Council. Brussels, European Commission. 132 pp.
(Available at http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/report_en.pdf)

European Commission (EC). 2003b. Directive 2003/35/EC of the European Parliament and of the Council of 26 May 2003 providing for public participation in respect of the drawing up of certain plans and programmes relating to the environment and amending with regard to public participation and access to justice Council Directives 85/337/EEC and 96/61/EC - Statement by the Commission. *Official*

Journal L 156, 25/06/2003. pp. 0017–0025 (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0035:EN:HTML)

European Commission (EC). 2004a. Regulation No. 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. *Official Journal of the European Union* L 139, 30.4.2004, pp. 55–205. (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32004R0853:en:NOT)

European Commission (EC). 2004b. Regulation 854/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organisation of official controls on products of animal origin intended for human consumption, 29 April 2004. *Official Journal of the European Union* L 226, 25/06/2004 (Also available at http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2004:226:SOM:EN:HTML)

European Commission (EC). 2004c. Directive 2004/41/EC of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 repealing certain Directives concerning food hygiene and health conditions for the production and placing on the market of certain products of animal origin intended for human consumption and amending Council Directives 89/662/EEC and 92/118/EEC and Council Decision 95/408/EC, 21 April 2004. *Official Journal of the European Union* L 157, 30/04/2004 (Also available at http://ec.europa.eu/food/food/biosafety/hygienelegislation/comm_rules_en.htm)

European Commission (EC). 2004d. Regulation No.882/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on official controls performed to ensure the verification of compliance with feed and food law, animal health and animal welfare rules. *Official Journal of the European Union* L 165, 30/4/2004, p. 1–14. (Also available at http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/veterinary_checks_and_food_hygiene/f84005_en.htm)

European Commission (EC). 2005a. Fish processing. (Available at http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/aquaculture_processing/processing_en.htm)

European Commission (EC). 2005b. Defining Indicators for Sustainable Aquaculture Development in Europe. CONSENSUS programme. *FOOD-CT-2005-513998.* A Multi-Stakeholder Workshop held in Oostende, Belgium, 21–23 November 2005. Oostende, European Aquaculture Society . (Available at www.euraquaculture.info/files/CONSENSUS_Workshop.pdf; www.euraquaculture.info)

European Commission (EC). 2005c. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament and the European Economic and Social Committee - Launching a debate on a community approach towards eco-labelling schemes for fisheries products (SEC(2005)840). COM/2005/0275 final. (Available at http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:C:2006:088:SOM:EN:HTML)

European Commission (EC). 2005d. Regulation 183/2005 EC of the European Parliament and of the Council laying down requirements for feed hygiene. (Available at http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedhygiene/index_en.htm)

European Commission (EC). 2006. Commission Regulation (EC) No. 1662/2006 of 6 November 2006 amending Regulation (EC) No.853/2004 of the European Parliament and of the Council laying down specific hygiene rules for food of animal origin. (Text with European Economic Area relevance.) *Official Journal of the European Union* L 320, 18/11/2006, pp. 1–10. (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006R1662:EN:NOT)

European Commission (EC). 2007a. An Integrated Maritime Policy for the European Union, Brussels, *COM(2007) 575 final.*

European Commission (EC). 2007b. Council Regulation No. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No. 2092/91. *Official Journal of the European Union* L 189 of 20/07/2007 (Also available at http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2007:189:SOM:en:HTML)

European Commission (EC). 2007c. Council Regulation (EC) No. 708/2007 of 11 June 2007 concerning use of alien and locally absent species in aquaculture. (Also available at

http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/fisheries_resources_and_environment/l28179_en.htm)

European Commission (EC). 2008a. An EU Strategy for Marine and Maritime Research. *COM(2008) 534.* 13 pp. (Available at http://ec.europa.eu/research/mmrs/documents/pdf/the_strategy.pdf)

European Commission (EC). 2008b. Towards sustainable aquaculture in Europe. CONSENSUS brochure. FOOD-CT-2005-513998. Oostende, European Aquaculture Society. 44 pp. (Available at http://www.euraquaculture.info/files/consensusbrochure_web.pdf)

European Commission (EC). 2008c. Synopsis of fisheries and aquaculture research projects in the 6th Framework Programme. Office for Official Publications of the European Communities, 2008. 366 pp.

European Commission (EC). 2008d. Towards a Shared Environmental Information System (SEIS); Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. COM(2008) 46 final. (Available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0046:FIN:EN:PDF)

European Commission (EC). 2008e. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive) (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union* L 164/19, 25/06/2008. 22 pp. (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0056:EN:NOT)

European Commission (EC). 2008f. Intermediate Evaluation of the Advisory Committee for Fisheries and Aquaculture (ACFA). EC DG Maritime Affairs and Fisheries, Final Report, August 2008. COWI (UK) (Available at http://ec.europa.eu/fisheries/publications/studies_reports_en.htm under the section "Governance").

European Commission (EC). 2008g. Regulation No. 762/2008 of the European Parliament and of the Council of 9 July 2008 on the submission by Member States of statistics on aquaculture and repealing Council Regulation (EC) No. 788/96. *Official Journal of the European Union* L 218/1, 13/08/2008 (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:218:0001:0013:EN:PDF)

European Commission (EC). 2008h. Council Regulation No. 199/2008 of 25 February 2008 concerning the establishment of a Community framework for the collection, management and use of data in the fisheries sector and support for scientific advice regarding the Common Fisheries Policy. *Official Journal of the European Union* L 60/1, 05/03/2008. (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:060:0001:0012:EN:PDF)

European Commission (EC). 2008i. Commission Regulation No. 665/2008 of 14 July 2008 laying down detailed rules for the application of Council Regulation (EC) No. 199/2008 concerning the establishment of a Community framework for the collection, management and use of data in the fisheries sector and support for scientific advice regarding the Common Fisheries Policy. *Official Journal of the European Union* L 186/3, 15/07/2008 (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:186:0003:0005:EN:PDF)

European Commission (EC). 2008j. Commission Decision 2008/949/EC of 6 November 2008 adopting a multiannual Community programme pursuant to Council Regulation (EC) No. 199/2008 establishing a Community framework for the collection, management and use of data in the fisheries sector and support for scientific advice regarding the common fisheries policy. *Official Journal of the European Union* L 346, 23.12.2008, pp. 37–88. (Also available at http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008D0949:en:NOT)

European Commission (EC). 2009a. Commission staff working document accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, Building a sustainable future for aquaculture. A new impetus for the Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture. *Impact Assessment.*

European Commission (EC). 2009b. Building a sustainable future for aquaculture. A new impetus for the Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture. Commission Communication from the Commission to the European Parliament and the Council. *COM (2009) 162*/.3., 12 pp.

European Commission (EC). 2009c. Report from the Commission on the application and effectiveness of the EIA Directive (Directive 85/337/EEC, as amended by Directives 97/11/EC and 2003/35/EC). *COM(2009) 378 final*, Brussels, 23 July 2009.

European Commission (EC). 2009d. Report from the Commission on the application and effectiveness of the Directive on Strategic Environmental Assessment (Directive 2001/42/EC). *COM(2009) 469 final*, Brussels, 14 September 2009.

European Commission (EC). 2009e. Aquaculture: growth opportunities. *Fisheries and aquaculture in Europe*, 43 (April 2009): 4.

European Commission (EC). 2009f. Commission regulation No. 409/2009 of 18 May 2009 establishing Community conversion factors and presentation codes used to convert fish processed weight into fish live weight, and amending Commission Regulation (EEC) No. 2807/83. *Official Journal of the European Union* L123/78 of 19/05/2009.

European Commission (EC). 2009g. Commission Regulation No. 710/2009 of 5 August 2009 amending Regulation (EC) No. 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No. 834/2007, as regards laying down detailed rules on organic aquaculture animal and seaweed production. *Official Journal of the European Union* L 204 of 06/08/2009. (Also available at http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2009:204:SOM:EN:HTML)

European Communities. 1997. The treaty of Amsterdam. (Available at www.eurotreaties.com/amsterdamtext.html)

EEA (European Environment Agency). 1995. Environment in the European Union. Report for the Review of the Fifth Environment Action Programme, Wieringa K. (ed.). 152 pp.

EEA (European Environment Agency). 1999a. Environment of the European Union at the turn of the century. Report on the state of the European environment.

EEA (European Environment Agency). 1999b. Nutrients in European ecosystems. Environmental assessment report No. 4. European Environment Agency, Copenhagen.

EEA (European Environment Agency). 2000. Inland waters. Annual topic update 1999. Topic report 1/2000. Boschet A.F., De Paepe V., Lack T.J., ETC/IW. 30 pp.

EEA (European Environment Agency). 2003. Water in a changing world.

EEA (European Environment Agency). 2005. The European environment – State and outlook 2005 – State of the environment report No. 1/2005.

EEA (European Environment Agency). 2007. Europe's environment, the fourth assessment. 452 pp.

EEA (European Environment Agency). 2009. EEA Signals, 2009. Key environmental signals facing Europe (available at http://www.eea.europa.eu/publications/signals-2009).

EUROSTAT. 2009a. Data in Focus 31/2009, EU-27 population continues to grow. (available at http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-QA-09-031/EN/KS-QA-09-031-EN.PDF)

EUROSTAT. 2009b. National accounts aggregates and employment by branch (NACE) (Available at : http://nui.epp.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nama_nace31_c&lang=en)

EUROSTAT. 2009c. Annual average rate of change in Harmonized Indices of Consumer Prices (1997–2008). (Available at http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&language=en&pcode=tsieb060&tableSelection=1&footnotes=yes&labeling=labels&plugin=1)

Fabry, V.J., Seibel, B.A., Feely, R.A. & Orr, J.C. 2008. Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES J. Mar. Sci.* 65: 414–432.

FAO. 1995. FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries. Rome, FAO. 41 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/v9878e/v9878e00.pdf)

FAO. 2003-2010. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. *In* FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. (Available at http://www.fao.org/fishery/naso/search/en)

FAO. 2005. Guidelines for the ecolabelling of fish and fishery products from marine capture fisheries. Rome, FAO. 90 pp. (Also available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/a0116t/a0116t00.pdf)

FAO. 2005-2009. Issues Fact Sheets. Impacts of globalization on fisheries. Issues Fact Sheets. Text by Uwe Tietze. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 27 May 2005. (available at http://www.fao.org/fishery/topic/13312/en)

FAO. 2005-2010. National Aquaculture Sector Overview. Norway. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Text by Venvik, T. *In* FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 1 May 2005. [Cited 17 May 2010]. Available at: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_norway/en

FAO. 2006-2010. National Aquaculture Sector Overview. Albania. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Text by Cobani, M. *In* FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 14 March 2006. [Cited 17 May 2010]. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_albania/en

FAO. 2006. State of world aquaculture 2006. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 500. Rome, FAO. 145 pp.

FAO. 2008. Climate change for fisheries and aquaculture. Technical background document from the Expert Consultation held on 7–9 April 2008, FAO, Rome. HLC/08/BAK/6. 18 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/013/ai787e.pdf)

FAO. 2009a. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. FishStat Plus version 2.32. Universal software for fishery statistics time series. Global data sets 1950-2007. Rome. (Available at www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en).

FAO. 2009b. FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics. 2007. Rome, FAO. 2009. 72 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1013t/i1013t.pdf)

FAO. 2009c. Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture; requirements, practices, effectiveness and improvements. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No.527. Rome, FAO. 648 pp. (Also available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0970e/i0970e.zip)

FAO. 2009d. Technical Guidelines on Aquaculture Certification. Committee on Fisheries, Sub-Committee on Aquaculture. Fourth Session, Puerto Varas, Chile, 6–10 October 2008. COFI/AQ/IV/2008/Inf.7, First Revision, July 2009. (Available at ftp://ftp.fao.org/FI/DOCUMENT/aquaculture/TGAC/draft_tech_guid/certification_guidelines_e.pdf)

FAO. 2009e. Guidelines for the ecolabelling of fish and fishery products from marine capture fisheries. Revision 1. Rome, FAO. 97 pp. (Also available at http://www.fao.org/docrep/012/i1119t/i1119t.pdf)

FAO. 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. FishStat Plus version 2.32. Universal software for fishery statistics time series. Global data sets 1950-2008. Rome. (Available at www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en).

FAO-EBRD. 2008. Russian Federation: Review of the Fishery Sector. Study supported under the Japan Europe Cooperation Fund. FAO Investment Center/European Bank for Reconstruction and Development Cooperation Program. Report Series No. 12. September 2008.

FAO/Network of Aquaculture Centres in Central-Eastern Europe (NACEE). 2007. Regional Review on Aquaculture Development 5. Central and Eastern European Region – 2005. *FAO Fisheries Circular* No. 1017/5. Rome, FAO. 2007. 84 pp. (Also available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1356e/a1356e00.pdf)

FAO/Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation (HAKI). 1999. Regional review on trends in aquaculture development – Europe. Rome, FAO. 237 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/fi/document/eifac/SubComII/europe/europe.pdf)

FEAP (Federation of European Aquaculture Producers). 2000. A code of conduct for European aquaculture (available at www.aquamedia.info/consensus/).

FEAP (Federation of European Aquaculture Producers). 2004. Resolutions voted by the General Assembly of the FEAP (2004, Budapest). Availability of medicines for farmed fish (Resolution of the Dublin PROFET Conference, 16–17 April 2004).

FEAP (Federation of European Aquaculture Producers). 2008. Production and price reports of the member associations of FEAP, 2001–2008.

FEFAC (European Feed Manufacturers Federation). 2007. FEFAC contribution to the EU Commission consultation on the opportunities for the development of Community Aquaculture. *(07) INST 35 13.07.2007*

Fernandes, T.F., Eleftheriou, A., Ackefors, H., Eleftheriou, M., Ervik, A., Sanchez-Mata, A., Scanlon, T., White, P., Cochrane, S., Pearson, T.H., Miller, K.L. & Read, P.A. 2002. The Management of the Environmental Impacts of Aquaculture. Aberdeen, UK, Scottish Executive. 88 pp.

FEUFAR (The Future of European Fisheries and Aquaculture research). 2008a. Global review of horizon scanning and foresight exercises in the marine sector. Report 2A. Synthesis. (Available at www.feufar.eu/default.asp?ZNT=S0T1O0P159)

FEUFAR (The Future of European Fisheries and Aquaculture research). 2008b. Research needs for addressing key challenges in fisheries and aquaculture. Report 6. Topics for Research. (Available at www.feufar.eu/default.asp?ZNT=S0T1O0P159).

FRAMIAN. 2009a. Definition of data collection needs for aquaculture. Part I. Review of the EU aquaculture sector and results of costs and earnings survey. Final report No. FISH/2006/15 – Lot 6 (Also available at http://ec.europa.eu/fisheries/publications/studies/aquadata_part1_en.pdf)

FRAMIAN. 2009b. Definition of data collection needs for aquaculture. Part II. Feasibility assessment of an on-going data collection scheme for aquaculture. Final report No. FISH/2006/15 – Lot 6 (Also available at http://ec.europa.eu/fisheries/publications/studies/aquadata_part2_en.pdf)

FRAMIAN. 2009c. Definition of data collection needs for aquaculture. Part III. Annexes. Final report No. FISH/2006/15 – Lot 6 (Also available at http://ec.europa.eu/fisheries/publications/studies/aquadata_part3_en.pdf)

Frankić, A. 2003. Integrated Coastal Zone Management Plan for Croatia with special focus on aquaculture. Zagreb, Croatia, June 15–18 2003. Report. (Available at http://ccrm.vims.edu/publications/pubs/Adriaticaquaculture.pdf)

Gazeau F., Quiblier, C., Jansen, J.M., Gattuso, J-P., Middelburg, J.J. & Heip, C.H.R. 2007. Impact of elevated CO2 on shellfish calcification. *Geophys. Res. Lett.* 34, L07603

GESAMP, 2001. A sea of troubles. GESAMP (Joint IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection and Advisory Committee on Protection of the Sea) *GESAMP Rep. Stud.* (70). 35 pp.

GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). 2008. Assessment and communication of environmental risks in coastal aquaculture. Rome, FAO. *GESAMP Reports and Studies* (76). 198 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0035e/i0035e.zip)

Glamuzina, B. & Skaramuca, B. 1999. A review: Adriatic groupers – Status of natural populations and breeding perspectives. *Acta Adriatica*, 40 (Suppl.): 79–90.

Glamuzina, B. & Dulčić, J. 2008. The fishing and mariculture industries (Croatia). *In* S. Landau, S. Legro, & S. Vlašić, (eds). pp. 150–164. A Climate for Change: Climate change and its impacts on society and economy in Croatia. Human Development Report, Croatia 2008. Zagreb: UNDP in Croatia,.

Glaser, C.A., Angulo, F.J. & Rooney, J.A. 1994. Animal associated opportunistic infections among persons infected with the human immunodeficiency virus. *Clin.Infec.Dis.* 18: 14–24.

GLOBEFISH. 2009. Seabass and seabream market report - June 2009. (Available at www.globefish.org/dynamisk.php4?id=4737)

Gollasch, S., Kieser, D., Minchin, D. & Wallentinus, I. 2007. Status of introductions of non-indigenous marine species to the north Atlantic and adjacent waters, 1992-2002; ten years summary of national reports at meetings of the working group on introductions and transfers of marine organisms. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. *ICES Cooperative Research Report* No. 284.

Gontier, P. 2009. European sturgeon… A comeback? *Cah. Agric*, 18(2–3): 195–197 (in French with English abstract).

Goulletquer, P., Soletchnik, P., Le Moine, O., Razet, D., Geairon, P. & Faury, N. 1998. Summer mortality of the Pacific cupped oyster *Crassostrea gigas* in the Bay of Marennes-Oleron (France). *In* Council Meeting of the International Council for the Exploration of the Sea, Cascais, Portugal, 16–18 September 1998. Copenhagen, ICES. 20 pp.

Grave, K., Hansen, M.K., Kruse, H., Bangen, M. & Kristoffersen, A.B. 2008. Prescription of antimicrobial drugs in Norwegian aquaculture with an emphasis on "new" fish species. *Prev. Vet. Med.* 83(2): 156–169.

Grizel, H. & Héral, M. 1991. Introduction into France of the Japanese oyster (*Crassostrea gigas*). *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 47: 399–403.

GSNSSG (General Secretariat of the National Statistical Service of Greece). 2009. Aquaculture employment by contract, salinity and region (available at www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-database)

Hambrey, J., Edwards, P. & Belton, B. 2008. An ecosystem approach to freshwater aquaculture: a global review. *In* D. Soto, J. Aguilar-Manjarrez & N. Hishamunda, (eds). pp. 117–221. Building an ecosystem approach to aquaculture. FAO/Universitat de les Illes Balears Experts Workshop, 7–11 May 2007, Palma de Mallorca Spain. Rome, FAO. *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings* No. 14. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0339e/i0339e.pdf)

Handisyde, N.T., Ross, L.G., Badjeck, M-C. & Allison, E.H. 2006. The effects of climate change on world aquaculture: a global perspective. Department for International Development report. 151 pp. (Available at www.aqua.stir.ac.uk/GISAP/gis-group/dfid_climate.php)

Hansen, L.P., Jacobsen, J.A. & Lund, R.A. 1999. The incidence of escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, in the Faroese fishery and estimates of catches of wild salmon. *ICES J. Mar.* 56: 200–206.

Haury, J., Peltre, M.C., Tremolieres, M., Barbe, J., Thiebaut, G., Bernez, I., Daniel, H., Chatenet, P., Muller, S., Dutartre, A., Laplace-Treyture, C., Cazaubon, A. & Lambert-Servien, E. 2002. A method involving macrophytes to assess water trophy and organic pollution: the Macrophyte Biological Index for Rivers (I.B.M.R.) – Application to different types of rivers and pollutions. *In* A. Dutartre & M.H.N Montel, (eds). Gestion des Plantes Aquatiques, Proceedings of the 11th International Symposium on Aquatic Weeds – EWRS, Moliets, 3–7 September 2002 (40).

Hedley, C. & Huntingdon, T. 2009. Regulatory and legal constraints for European aquaculture. European Parliament Study IP/B/PECH/IC/2008_177 (Available at www.europarl.europa.eu/studies).

HELCOM (Helsinki Commission). 1996. Third periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea 1989–1993. *Balt. Sea Environ. Proc.* No. 64B.

Hellberg, H., Mikalsen, J., Hansen, H., Bornø, G., Nilsen, A. & Garseth, A.H. 2009. The health situation in farmed marine fish 2008. *I:* The health situation in Norwegian aquaculture 2008. Annual report from the National Veterinary Institute of Norway. pp. 21–29.

Hess, P. 2009. Of mice and mussels: performances of the EU harmonised mouse bioassay for azaspiracides and case studies of atypical toxicities. Proceedings of the 7th International Conference on Molluscan Shellfish Safety. P. Lassus, (ed.) Nantes, France, June 2009 (in press).

Hewitt, C.L., Campbell, M.L. & Gollasch, S. 2006. Alien species in aquaculture. Considerations for responsible use. Gland and Cambridge, International Union for the Conservation of Nature (IUCN). 32 pp.

Holliday, N. P., Hughes, S. L. & Beszczynska-Möller, A. 2009. ICES Report on Ocean Climate 2008. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. *ICES Cooperative Research Report* No. 298. 66 pp. (Also available at www.ices.dk/pubs/crr/crr298/CRR%20298-low%20res.pdf)

Hongslo T. & Jansson, E. 2009. Health survey of aquarium fish in Swedish pet-shops. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 29(5): 163-174.

Hough, C. 2009. The Strategic Research Agenda of the European Aquaculture Technology and Innovation Platform. Aquaculture Europe Conference, 15–17 August 2009, Trondheim, Norway. (Available at www.eatip.eu/content/view/1/2/; www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/1062/0088755.pdf).

Hussenot, J.M.E. 2003. Emerging effluent management strategies in marine fish culture farms located in European coastal wetlands. *Aquaculture*, 226: 113–128.

ICES. 2002. Report of the Working group on environmental interactions of mariculture. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. ICES CM 2002/F:04. 105 pp. (Available at http://www.ices.dk/reports/MCC/2002/WGEIM02.pdf)

ICES. 2005a. Regional Ecosystem study group for the North Sea – REGNS. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. ICES CM 2003/ACE:04. 34 pp. (Available at www.ices.dk/reports/ACE/2003/REGNS03.pdf)

ICES. 2005b. ICES Code of practice on the introductions and transfers of marine organisms. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. 30 pp.
(Available at http://www.ices.dk/reports/general/2004/ices%20code%20of%20practice%202005.pdf)

ICES. 2006. Report on the Working group on the environmental interactions of mariculture, Narragansett, Rhode Island, 24–28 April 2006. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. ICES CM 2006/MCC:03. 201 pp.
(Available at www.ices.dk/products/cmdocs/2006/mcc/wgeim06.pdf

ICES. 2007. Report on Ocean Climate 2006. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. *ICES Cooperative Research Report*, No. 289 Special issue. (available at www.ices.dk/marineworld/oceanclimate.asp). 55 pp.

ICES. 2008a. Report on Ocean Climate 2008. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. *ICES Cooperative Research Report*. No. 298. 66 pp.
(Available at www.ices.dk/pubs/crr/crr298/CRR%20298-low%20res.pdf)

ICES. 2008b. Climate change: changing oceans. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea (Available at www.ices.dk/iceswork/bulletin/ICES%20CLIM.pdf).

ICES. 2008c. Report of the Working group on introduction and transfers of marine organisms (WGITMO), 12–14 March 2008, Copenhagen, Denmark. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. ICES CM 2008/ACOM: 52. 130 pp.

ICES. 2008d. ICES Mariculture Committee Report. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. (available at
www.ices.dk/products/AnnualRep/ASCproceedings/2008/SciCom%20Reports/MCC08.pdf)

IMF (International Monetary Fund). 2009. World Economic Outlook Database, October 2009. (Available at www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2009/02/weodata/index.aspx)

IMF (International Monetary Fund). 2010. World Economic Outlook Database, April 2010. (Available at www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2010/01/weodata/index.aspx)

INERIS. 2009. Résultats de mesures ponctuelles des émissions d'hydrogène sulfuré et autres composes gazeux potentiellement toxiques issues de la fermentation d'algues vertes (ulves). Verneuil-en-Halatte, L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS). Rapport d'Etude

N° DRC-09-108407-10226A. 14 pp. (Available at www.ineris.fr/fr/ressources/recherche/DRC-09-108407-10226A.PDF#;or www.eaubretagne.fr/smilepdf/download/75312).

INRA. 2007. 5 Scénarios pour la pisciculture Français en 2021. Commission Filière Poissons. Institut National de la Recherce Agronomique. 24 pp. (available also at www.inra.fra/coordination_piscicole).

IPCC. 2007. Climate change 2007: synthesis report. An assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change, adopted by IPCC Plenary XXVII, Valencia, Spain, 12–17 November 2007, 52 pp. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds)]. Geneva, IPCC (WMO/UNEP), 104 pp. (Available at www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf; also at www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm)

Irish Seafood Industry Strategic Research Group. 2006. Steering a New Course, Strategy for the Restructured, Sustainable and Profitable Seafood Industry, 2007–2013.

IUCN. 2007. Guide for the sustainable development of Mediterranean aquaculture 1. Interaction between aquaculture and the environment. Gland and Malaga, International Union for the Conservation of Nature, 107 pp. (Also available at http://cmsdata.iucn.org/downloads/acua_en_final.pdf)

IUCN. 2009. Guide for the sustainable development of Mediterranean aquaculture 2. Aquaculture site selection and site management. Gland and Malaga, International Union for the Conservation of Nature. 303 pp. (Also available at http://www.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2009-032.pdf)

IWMI. 2007. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute. (Available at www.iwmi.cgiar.org/assessment/)

Jackson, A. 2008. Fish In–Fish Out ratios explained. International Fishmeal and Fish Oil Organisation (Available at www.iffo.net/default.asp?fname=1&sWebIdiomas=1&url=332)

Jackson, A. 2009. Fish In–Fish Out ratio explained. *Aquaculture Europe*, 34(3): 5–10.

Jeney Z. & Zhu J. 2009. The use and exchange of aquatic resources relevant for food and aquaculture: common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal Reviews in Aquaculture* Vol. 1; Issue 3-4: 163–173.

Jensen, A., Humphreys, J., Caldow, R.W.G., Grisley, C. & Dyrynda, P.E. 2004. Naturalization of the Manila clam (*Tapes philippinarum*), an alien species, and establishment of a clam fishery within Poole Harbour, Dorset. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*. 84: 1069–1073.

Johansen, R., Bornø, R., Olsen, A.B., Ørpetveit, I., Hansen, H., Garseth, A.H. & Hjeltnes, B. 2009. The health situation in farmed salmonids 2008. *In* The health situation in Norwegian aquaculture 2008; Annual report from the National Veterinary Institute of Norway. pp. 3–20.

Jokumsen, A. 2004. Sustainable aquaculture production in Denmark. *World Aquaculture* 35(4) : pp. 10–12

Jooken, K. & Lauryssen, S. 2006. Aquaculture et étiquetage du poisson – des poissons bien élevés? *Test Achats*, No.496 (March 2006): 29–32.

Kaiser, M.J., Laing, I. & Burnell, G.M. 1998. Environmental impacts of bivalve mariculture. *Journal of Shellfish Research*, 17(1): 59–66.

Katavic, I., Herstad, T-J., Kryvi, H., White, P., Franicevic, V. & Skakelja, N. 2006. Integrated Coastal Zone Management for Croatia with particular focus on marine aquaculture. AQUA 2006 Meeting Abstract.

Kaushik, S.J. & Hemre, G.-I. 2008. Plant proteins as alternative sources for fish feed and farmed fish quality. *In* O. Lie, (ed.) *Improving farmed fish quality and safety*. Cambridge, England, Woodhead Publishing Limited. pp. 300–327.

Kautsky, N. & Folke, C. 1991. Integrating open-system aquaculture: ecological engineering for increased production and environmental improvement through nutrient recycling. *In* C., Etnier, B. Guterstam, (eds). *Ecological Engineering for Wastewater Treatment.* Bokskogen, Gothenburg, Sweden, pp. 320–334.

Kinderman, H. 2008. Report on the adoption of a European Cormorant Management Plan to minimise the increasing impact of cormorants on fish stocks, fishing and aquaculture. *2008/2177(INI)* (available at www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=REPORT&reference=A6-2008-0434&language=EN&mode=XML).

Kurihara, H., Asai, T., Kato, S. & Ishimatsu, A. 2009 Effects of elevated pCO2 on early development in the mussel *Mytilus galloprovincialis. Aquatic Biol.* 4: 225–233

Kurihara H., Kato, S. & Ishimatsu, A. 2007. Effects of increased seawater pCO2 on early development of the oyster *Crassostrea gigas. Aquatic Biol*. 1: 91–98.

Lane, A. 2007. Welfare as a driver for technological development in aquaculture. Summary of the EAS-Aquanor forum, 15–17 August 2007. Trondheim, Norway. 22 pp. (Available at www.easonline.org/files/Meetings/aqua_nor_forum_summary.pdf)

Lane, A., Hough, C. & Bostock, J. 2009. Evaluation of the impact of "A strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture". COM (2002) 511 FINAL. European Parliament Study IP/B/PECH/IC/2008_175 (available at www.europarl.europa.eu/studies)

Lääne, A., Kraav, E. & Titova, G. 2005. UNEP Global International Waters Assessement, Baltic Sea, GIWA regional assessment 17, ISSN 1651-940X. 88 pp. (Available at www.unep.org/dewa/giwa/publications/r17.asp).

Le Breton, A., Sourd, P., Crosbie, P., Nowak, B. 2009. A clinical case of amoebic gill disease on gilthead seabream *Sparus aurata*. *In* Proceedings of the 14th EAFP conference, Prague, 14–19 September 2009.European Association of Fish Pathologists. pp. 161.

Lefebvre, S., Probert, I., Lefrancois, C. & Hussenot, J. 2004. Outdoor phytoplankton culture in a marine fish-phytoplankton-bivalve integrated system: combined effects of dilution rate and ambient conditions on growth rate, biomass and nutrient cycling. *Aquaculture* 240: 211–231.

Lorentzen, T. 2008. Modeling climate change and the effect on the Norwegian salmon farming industry. *Natural Resource Modeling* 21(3): 416–435.

Lorentzen, T. & Hannesson, R. 2006. Climate change and productivity in the aquaculture sector. *SNF Report* No. 02/06 (available at http://bora.nhh.no/handle/2330/95).

Loyer, S., Lampert, L., Menesguen, A., Cann, P. & Labasque, T. 2006. Seasonal evolution of the nutrient pattern of Biscay Bay continental shelf on the years 1999–2000. *Scientia Marina* (Institt de Ciències del Mar de Barcelona, CSIC, 70(1): 31–46. (Also available at www.ifremer.fr/docelec/doc/2006/publication-3956.pdf)

Machias, A., Karakassis, I., Labropoulou, M., Somarakis, S., Papadopoulou, K.N. & Papaconstantinou, C. 2004. Changes in wild fish assemblages after the establishment of a fish farming zone in an oligotrophic marine ecosystem. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 60: 771-779.

Macrì A., Purificato I. & Tollis M. 2006. Availability of veterinary medicinal products for food-producing minor animal species in the Mediterranean area. *Ann. Ist. Super Sanità*, 42(4): 422–426

Maes, F., Cliquet, A., Degraer, S., Derous, S., De Wachter, B., Douvere, F., Leroy, D., Schrijvers, J., Van Lancker, V., Verfaillie, E. & Volckaert, A. 2005. A flood of space: towards a spatial structure plan for management of the North Sea. Belgian Science Policy, Belgium. 204 pp.

Marine Institute. 2006. Sea change: a marine knowledge, research and innovation strategy for Ireland, 2007–2013 (Volumes I & II). Galway, Marine Institute. 139+202 pp.

Martinez, A. & Buschmann, A.H. 1996. Agar yield and quality of *Gracilaria chilensis* (Gigartinales, Rhodophyta) in tank culture using fish effluents. *Hydrobiologia* 326/327: 341–345.

Masson, D. 2003. Les eaux de ballast de navires, sources d'introduction d'organismes nuisibles. *La Revue Maritime,* 464: 224–229

MEA. 2005. Ecosystems & human well being: scenarios. Volume 2. Findings of the Scenarios Working Group of the Millennium Ecosystems Assessment, Carpenter S.R., Pingali P.L., Bennett E.M. and Zurek M.B., (eds). Washington, Island Press. 560 pp.

Menesguen, A., Cugier P. & Leblond I. 2006. A new numerical technique for tracking chemical species in a multisource, coastal ecosystem applied to nitrogen causing *Ulva* blooms in the Bay of Brest (France). *Limnology Oceanography,* 51(1, part 2): 591–601.

Merlo, M., Aubert, L., Schmitt, M., Mahe, A., Fréry, N., de Bels, F., Leblanc, J.C., Salines, G., Favrot, M.C. & Volatier, J.L. 2009. Launching of a national study on polychlorobiphenyls levels in the blood of regular freshwater fish consumers following a local and environmental alert in France. INVS (Institut National de Veille Sanitaire), BEH thématique 35-36, p. 390–393. (Also available at www.invs.sante.fr/beh/2009/35_36/beh_35_36_2009.pdf)

Ministry of Agriculture of the Russian Federation. 2007. Strategy of aquaculture development in the Russian Federation for the period up to 2020. Moscow, Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 33 pp. (In Russian). **Министерство сельского хозяйства Российской Федерации.** 2007. Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года. Москва, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 33 стр.

Mutter, R. 2009. Risky Business–Aquaculture Insurance. *Fish Farming International,* 36 (6): 22–25.

Myrseth, B. 2007. An investor's view on investments and financing in aquaculture. *In* Global Trade Conference on Aquaculture. Qingdao, China 29–31 May 2007. *FAO Fisheries Proceedings No. 9*. Rome, FAO. 2007. 271 pp.

NACA/FAO. 2000. Aquaculture development beyond 2000: the Bangkok Declaration and Strategy. Conference on Aquaculture in the Third Millennium, 20–25 February 2000, Bangkok, Thailand. Bangkok, NACA and Rome, FAO. 27 pp.

NACA/FAO. 2001a. Aquaculture in the Third Millennium. Subasinghe, R.P., Bueno, P., Phillips, M.J., Hough, C., McGladdery, S.E., & Arthur, J.E., (eds). Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand. 20-25 February 2000. Bangkok, NACA and Rome, FAO. 471 pp. (also available at www.fao.org/docrep/003/ab412e/ab412e00.htm and www.fao.org/docrep/003/ab412e/ab412e28.htm)

NACA/FAO. 2001b. Report of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium. Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. Rome, FAO. *FAO Fisheries Report* No. 661: 97 pp. (Also available at www.fao.org/docrep/005/y2815e/y2815e00.htm)

NASCO, NASFI & EAS. 2005. Wild and Farmed Salmon – Working Together. Report of a one-day workshop organised by the NASCO/North Atlantic salmon farming industry Liaison Group. Edinburgh, North Atlantic Salmon Conservation Organization.
(Available at http://www.nasco.int/pdf/aquaculture/wild_farmed_report.pdf)

Nash, C.E., Burbridge, P.R. & Volkman, P. 2005. Guidelines for ecological risk assessment of marine fish aquaculture. *NOAA Technical Memorandum,* NMFS–NWFSC–71.

National Statistics Office of Malta. 2009. Aquaculture: 2008. News release. (Available at www.nso.gov.mt/statdoc/document_file.aspx?id=2623)

National Veterinary Institute of Norway. 2009. The health situation in Norwegian aquaculture 2008. Oslo, Veterinaerinstituttet, Annual report. 29 pp.

Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kausty, K., Beveridge, C.M. & Clay, J. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature,* 405: 1017–1024. (Also available at www.nature.com)

Nehls, G. & Büttger, H. 2007. Spread of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in the Wadden Sea. Causes and consequences of a successful invasion. Harbasins report. 57 pp.

Nehls, G., Diederich, S., Thieltges, D.W. & Strasser, M. 2006. Wadden Sea mussel beds invaded by oysters and slipper limpets: competition or climate control? *Helgol Mar Res* (2006) 60: 135–143

Neori, A., Shpigel, M. & Ragg, N.C. 1998. The integrated culture of seaweed, abalone, fish and clams in intensive land-based systems. II. Performance and nitrogen partitioning within integrated abalone (*Haliotis tuberculata*) and macroalgae (*Ulva lactuca* and *Gracilaria conferta*) culture system. *Aquacultural Engineering*, 17: 215–239.

Neori, A., Chopin, T., Troellc, M., Buschmanne, A., Kraemerf, G.P., Hallingd, C., Shpigel, M. & Yarishg, C. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture*, 231: 361–391.

Noga, E.J. 1992. Important problems in marine aquarium fishes. *In* R.W Kirk, J.D Bonagura, (eds). Current Veterinary Therapy: small animal practice; Philadelphia, Penn; Saunders W.B. pp. 1292–1203.

Norwegian Directorate of Fisheries. 2008. Vision No Escapees – Action plan from the Directorate of Fisheries. (Available at www.fiskeridir.no/english/aquaculture-management/vision-no-escapees-action-plan-from-the-directorate-of-fisheries) .

Notman, N. 2009. New EU members missing out on research funding. Chemistry World, May 2009 (Available at www.rsc.org/chemistryworld/News/2009/May/07050903.asp)

Nimmo-Smith, R., Glegg, Parkinson, P. & Richards, J. 2007. Evaluating the implementation of the Nitrates Directive in Denmark and England using an actor-orientated approach. *European Environment*, 17(2): 124–144.

OECD, 1999. OECD Envirnoment data, Compendium 1999. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development.

OECD, 2004. OECD Environment data, Compendium 2004. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development.

Okumus, I. 2003. Status of the Turkish aquaculture sector. *Eurofish Magazine*, April/2003: 80–82.

OSPAR. 2000a. Quality Status Report, 2000. London, OSPAR Commission. Publication 111/2000. ISBN 0946956 52 9

OSPAR. 2000b. Nutrient discharge from fish farming in the OSPAR Convention area. London, OSPAR Commission. Publication 193/2000. ISBN 0 946955 99 9

OSPAR. 2003. Integrated report 2003 on the eutrophication status of the OSPAR maritime area, based on the first application of the comprehensive procedure. London, OSPAR Commission. Publication 189/2003. ISBN 1-904426-25-5

OSPAR. 2005. Agreement on the Common Procedure for the identification of the eutrophication status of the OSPAR maritime area. Agreement 2005-3. London, OSPAR Commission.

OSPAR. 2006a. Overview assessment: implementation of PARCOM recommendation 94/6 on best environmental practice (BEP) for the reduction of inputs of potentially toxic chemicals from aquaculture use of OSPAR assessment 1998-2006. London, OSPAR Commission. Publication 262/2006.

OSPAR. 2006b. Background document on mariculture. OSPAR Commission, London. Publication 282/2006.ISBN 1-905859-20-1.

OSPAR. 2006c. Overview of OSPAR assessments 1998–2006. London, OSPAR Commission. Publication 287/2006. ISBN 1-905859-25-2

OSPAR. 2006d. Nutrients in the Convention Area – Assessment of Implementation of PARCOM Recommendations 88/2, 89/4 and 92/7. London, OSPAR Commission. Publication 257/2006. ISBN 1-904426-96-4

OSPAR. 2008. Second OSPAR integrated report on the eutrophication status of the OSPAR maritime area. London, OSPAR Commission, Publication 372/2008. ISBN 978-1-906840-13-6.

OSPAR. 2009a. Impacts of climate change on the North-East Atlantic ecosystem. Draft Report. London, OSPAR Commission. 42 pp.

OSPAR. 2009b. Assessment of the impact of mariculture. ISBN 978-1-906840-82-2. London, OSPAR Commission. Publication Number: 442/2009.

Padros, F., Le Breton, A. & Sourd, P. 2009. A novel bacterial enteropathy in seabass Dicentrarchus labrax: epidemiology and histopathological observations. *In* Proceedings of the 14th EAFP conference, Prague, 14–19 September 2009,. 359 pp.

Palstra, A.P, Van Ginneken, V.J.T., Murk, A. & Van Den Thillart, G. 2006. Are dioxin like contaminants responsible for the eel (*Anguilla anguilla*) drama? *ICES CM* 2006/j, 34: 5.

Pescanova. 2009. El grupo Pescanova inaugura *Acuinova* en Mira, la mayor planta del mundo de acuicultura para la producción de rodaballo. (Available at www.pescanova.com/contenido.php?idmenu=40&id_noticia=6).

Petrell, R., Harrison, P. & Black, E.A. 2008. Risk assessment of the decline of macrophytes due to marine fish farming waste water. *In* GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), pp. 133–175. Assessment and communication of environmental risks in coastal aquaculture. Rome, FAO. *Reports and Studies GESAMP* (76). 198 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0035e/i0035e.zip)

Pinnegar, J.K., Viner, D., Hadley, D., Dye, S., Harris. M., Berkout, F. & Simpson, M. 2006. Alternative future scenarios for marine ecosystems: technical report. Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science, Lowestoft Laboratory, UK. 109 pp.

Pokorova, D., Vesely, T., Piackova, V., Reschova, S. & Hulova, J. 2005. Current knowledge on koi herpesvirus (KHV): a review. *Vet. Med. – Czech*, 50(4): 139–147.

Prygiel, J. & Haury, J. 2006. Monitoring Methods Based on Algae and Macrophytes. *In* G. Ziglio, M. Siligardi and G. Flaim, (eds.). *Biological Monitoring of Rivers*. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 155–170.

Rana, K.J. 2007. Regional Review on Aquaculture Development 6. Western European Region – 2005. *FAO Fisheries Circular* No. 1017/6. Rome, FAO. 56 pp. (also available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1166e/a1166e00.pdf)

Rao, V.Y., Romesh, M., Singh, A. & Chakrabarti, R. 2004. Potentiation of antibody production in Indian major carp *Labeo rohita*, rohu, by *Achyranthes aspera* as a herbal feed ingredient. *Aquaculture* 238(2004): 67–73.

Read, P. & Fernandes, T. 2003. Management of environmental impacts of marine aquaculture in Europe. *Aquaculture* 226(2003): 139–163

Real, N. 2009. Atlantic bluefin tuna spawned naturally. FIS World News. October 08, 2009. FIS Information & Services. (Available at www.fis.com/fis/worldnews/worldnews.asp?l=e&country=0&special=&monthyear=&day=&id=34106&ndb=1&df=0)

Redcafe. 2002. Reducing the conflict between Cormorants and fisheries on a pan-European scale-REDCAFE. Final Report. Report of a Concerted Action funded by the European Union. D. N. Carss, (ed.) (Available at http://web.tiscali.it/cormorants/Redcafe/Redcafe_vol1_part1.pdf)

Renault, T., Cochennec, N., Le Deuff, R.M. & Chollet, B. 1994. Herpes-like virus infecting Japanese oyster (*Crassostrea gigas*) spat. *Bulletin of the European Association of Fish Pathology*, 14: 64–66.

Reschova, S., Pokorova, D., Hulova. J., Kulich P. & Vesely T. 2008. Surveillance of viral fish diseases in the Czech Republic over the period January 1999–December 2006. *Vet. Med. – Czech*, 53(2): 86–92

Research Council of Norway. 2005. Aquaculture 2020. Transcending the barriers – as long as… A Foresight Analysis. The Research Council of Norway, Oslo, Norway, 2005. 164 pp. (also available at http://forskningsradet.no/CSStorage/Flex_attachment/Aquaculture_2020_eng.pdf)

Ridler, N., Barrington, K., Robinson, B., Wowchuk, M. Chopin, T., Robinson, S., Page, F., Reid, G., Szermedda, M., Sewusster, J. & NBone-Travis, S. 2007. Integrated multitrophic aquaculture: Canadian project combines salmon, mussels, kelps. *Global Aquaculture Advocate*, March-April 2007: 54–55.

Roberts, R.J. & Pearsons, M.D. 2005. Infectious pancreatic necrosis in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Diseases*, 28(7): 383–390

RSP Group PLC. 2007. Environmental impact assessment practical guidelines toolkit for marine fish farming. A report to the Scottish Aquaculture Research Forum. Report No. SARF024. 112 pp. (Also available at www.sarf.org.uk/downloads.html)

Ryan, J. 2005. Offshore aquaculture. Do we need it? Why is it taking so long? Workshop on sustainable aquaculture. Seville, Spain, 17–18 January 2005.

Sabaut, J.J. 2002. Feeding of farmed fish. Document presented to the Fisheries Committee of the European Parliament at its Hearing on European Aquaculture (Brussels, 1 October 2002; Rapporteur: Mr Hugues Martin).
(Available at www.piscestt.com/production/feeds/sabautcipa_en.asp

Salz, P., Buisman, E., Smit J. & de Vos B. 2006. Employment in the fisheries sector: current situation. Framian Final Report. FISH/2004/4. (Available at http://ec.europa.eu/fisheries/publications/studies/employment_study_2006.pdf)

Samain, J.F., & McCombie, H. 2007. Summer mortality of Pacific oyster *Crassostrea gigas*. Morest program. Ifremer/Quae (ed.). 332 pp.

Schneider, O., Eding, E., Schram, E., Verdegem, M., Martins, C. & Verreth, J. 2005. Recirculation Aquaculture Systems in Europe. Paper for CONSENSUS Workshops, Oostende, Belgium, 21-23 November 2005. CONSENSUS Working Group 3. Recirculation systems. 31 pp.

Senecal, P., Goldsmith, B., Conover, S., Sadler, B. & Brown, K. 1999. Principles of environmental impact assessment best practice. International Association for Impact Asssessment (IAEA) in cooperation with Institute of Environmental Assessment (IEA), Fargo, Lincoln. (Available at http://www.iaia.org/publicdocuments/special-publications/Principles%20of%20IA_web.pdf)

Serrano, P.H. 2005. Responsible use of antibiotics in aquaculture. Rome, FAO. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 469. 97 pp.

Simard, F., Ojeda, J. & Haroun, R. 2008. The sustainable development of Mediterranean aquaculture. Problems and perspectives. *Options Méditerranéennes*, Series B, No. 62, 113–124.

Skall, H.F., Olesen, N.J. & Mellergaard, S. 2005. Viral haemorrhagic septicaemia virus in marine fish and its implications for fish farming - a review. *Journal of Fish Diseases*, 28(9): 509–529.

Smaal, A., Van Stralen, M. & Craeymeersch, J. 2005. Does the introduction of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* lead to species shifts in the Wadden Sea? *In* R.F. Dame & S. Olenin (eds). The comparative role of suspension-feeders in ecosystems. Springer. pp. 277–289.

Soletchnik, P., Ropert, M., Mazurié, J., Fleury, P.G. & Le Coz, F. 2007. Relationships between oyster mortality patterns and environmental data from monitoring databases along the coasts of France. *Aquaculture* 271: 384–400.

Soto, D., Aguilar-Manjarrez, J. & Hishamunda, N. (eds) 2008. Building an ecosystem approach to aquaculture. FAO/Universitat de les Illes Balears Expert Workshop, 7–11 May 2007, Palma de Mallorca, Spain. Rome, FAO. *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings* No. 14. 221 pp.
(Also available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0339e/i0339e.pdf)

Statistics Faroe Islands. 2009. Employees by business sector, gender and month (2004-) (available at www.hagstova.fo/portal/page/portal/HAGSTOVAN/Statistics_%20Faroe_Islands/Statistics/LABOUR_MARKET_AND_WAGES/Talva%20LONT_2_EN)

Statistics Faroe Islands. 2010. Export of groups by commodity groups and months (available at www.hagstova.fo/portal/page/portal/HAGSTOVAN/Statistics_%20Faroe_Islands/Statistics/Foreign_trade/UTUTGRVN_EN)

Statistics Norway. 2009a Number of licenses running, workers and labour input, by type of production and county. Salmon and trout. 2008. (Available at www.ssb.no/english/subjects/10/05/fiskeoppdrett_en/tab-2009-08-21-03-en.html)

Statistics Norway. 2009b. Employed persons by occupation and region (LFS). Annual average 2008. 1 000 (Available at www.ssb.no/english/subjects/06/01/yrkeaku_en/tab-2009-02-11-07-en.html)

Statistics Norway. 2010. National economy and external trade. (Available at: http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default_FR.asp?PXSid=0&nvl=true&PLanguage=1&tilside=selecttable/MenuSelS.asp&SubjectCode=09)

Stevenson, S. 2008. The EU strategy for aquaculture. Speech at the Conference on Danish Aquaculture, 28 April 2008, Vejle, Denmark. (Available at http://ferv.fvm.dk/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=%2FFiles%2FFiler%2FFiskeri%2FAkvakultur%2FKonference+om+akvakultur+28+april+2008%2FTHE_EU_STRATEGY_FOR_AQUACULTURE.pdf)

Stirling Aquaculture. 2003. The potential impact of technological innovation on the aquaculture industry. Report to the Royal Commission on Environmental Pollution. 1 September 2003. London, 84 pp. (Available at www.rcep.org.uk/reports/25-marine/documents/Stirling%20final.pdf)

Stolt-Nielsen S.A. 2009. Stolt Sea Farm. (Available at www.stolt-nielsen.com/Stolt-Sea-Farm.aspx)

Stricker, S., Schulz, C., Guettler, S. & Mueller, R.A.E. 2009. Whither Aquaculture R&D? Results from a Delphi Study. *In* M. Fritz, U. Rickert, & G. Schiefer, (eds).. *System dynamics and innovation in food networks 2009*. pp. 341–358. Proceedings of the 3rd International European Forum on System Dynamics and Innovation in Food Networks, 16-20 February 2009, Innsbruck-Igls, Austria. Bonn, International Center for Food Chain and Network Research. (Available at http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/59187/2/Stricker.pdf; http://bscw.ilb.uni-bonn.de/fsdcommunity/bscw.cgi/S4a943785/d91256/Stricker-C3.pdf)

Summerfelt, S.T. & Vinci, B.J. 2004. Avoiding water quality failures: part 1 – carrying capacity and water flow in intensive aquaculture systems. *World Aquaculture*, 35(3): 64–66.

Sustainable Fisheries Partnership. 2009. Sustainable aquaculture feeds and wild fisheries. Briefing document. 12 pp. (Available at www.sustainablefish.org).

Svåasand, T., Agnalt, A-L., Skilbrei, O.T., Borthen, J. & Heggberget, T. 2004. An integrated development programme for marine stocking: the Norwegian example. *In* D.M. Bartley & K.M Leber. (eds.). Marine ranching. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 429. pp. 19–72.

Tacon, A.G.J. 2004. Use of fish meal and fish oil in aquaculture: a global perspective. *Aquat. Resour. Cult. Dev.*, 1: 3–14.

Tacon, A.G.J., Hasan, M.R. & Subasinghe, R.P. 2006. Use of fishery resources as feed inputs for aquaculture development: trends and policy implications. Rome, FAO. *FAO Fisheries Circular* No. 1018. 99 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0604e/a0604e00.pdf)

Tacon, A.G.J. & Metian, M. 2009. Fishing for feed or fishing for food: increasing global competition for small pelagic forage fish. *AMBIO* 38(6): 294–302.

Tanguy, H., Ferlin, P. & Suche, J.M. 2008. Rapport final de la mission sur le développement de l'aquaculture en France. Paris, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 43 pp.

Tasker, M.L. (ed.) 2008. The effect of climate change on the distribution and abundance of marine species in the OSPAR Maritime Area. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. *ICES Cooperative Research Report* No. 293. 45 pp.

Telfer, T.C., Atkin, H. & Corner, R.A. 2009. Review of environmental impact, assessment and monitoring in aquaculture in Europe and North America. pp. 285–394. *In* FAO. Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture. Rome, FAO. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 527. 648 pp. (Also available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0970e/i0970e01d.pdf)

The Trawler-Le Chalutier. 2008. Is the future of European fisheries in aquaculture? Committee on Fisheries Meeting, 27/03/2008. The Trawler-Le Chalutier. 05/05/2008. (Available at www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/200805/20080505ATT28202/20080505ATT28202EN.pdf)

Thiéry, R., Cozien, J., de Boisséson, C., Kerbart-Boscher, S. & Névarez, L. 2004. Classification of new betanodavirus isolates by phylogenetic analysis of the coat protein gene suggests a low host-fish species specificity. *J Gen Virol*; 85: 3079–3087; DOI 10.1099/vir.0.80264-0.

Thillart, G., Dufour, S., Elie, P., Volckaert, F., Sebert, P., Ranking, C., Szekely, C. & Risjsingen, J.V. 2005. Estimation of the reproduction capacity of European eel. *Rapport Q5RS-2001-01836*. 272 pp.

Troell, M., Kautsky, N. & Folke, C. 1999. Applicability of integrated coastal aquaculture systems. *Ocean and Coastal Management*, 42: 63–69.

Turan, G. 2009. Potential role of seaweed culture in Integrated Multitrophic Aquaculture (IMTA) systems for sustainable marine aquaculture in Turkey. *Aquaculture Europe*, 34(1): 5–13

UNECE. 2002. Sustainable Development in Europe, North America and Central Asia: progress since Rio. New York, United Nations. ECE/CEP/84, 169 pp.

UNEP. 2004. Freshwater in Europe, facts figure and maps. (Available at www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater_europe.php)

UNEP/GPA. 2006. The State of the Marine Environment: Trends and processes. The Hague, UNEP/GPA. (Available at http://www.gpa.unep.org/documents/soe_-_trends_and_english.pdf).

UNEP. 2007. Water quality outlook, UNEP Global Environment Monitoring System (GEMS)/Water Programme, 16 pp.

UNEP & IOC-UNESCO. 2009. An Assessment of Assessments, Findings of the Group of Experts. (Available at www.unep.org/DEWA/products/publications/2009/AoA.asp).

UNESCO. 2003. World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 1: Water for People, Water for Life. Paris and London, UNESCO, UN-WATER/WWAP/2003/1.
(Available at www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index.shtml)

UNESCO. 2006. World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 2: Water a shared responsibility. Paris and London, UNESCO, UN-WATER/WWAP/2006/3: 600 pp. (Available at www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index.shtml)

UNESCO. 2009. World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. Paris: UNESCO, and London: Earthscan. (Available at www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index.shtml)

United Nations (UN). 2009. World Population Prospects, The 2008 Revision. Population Database. (Available at http://esa.un.org/unpp/)

van Anrooy, R., Secretan, P.A.D., Lou, Y., Roberts, R. & Upare, M. 2006. Review of the current state of world aquaculture insurance. Rome, FAO. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 493. 92 pp.
(Also available at www.fao.org/docrep/009/a0583e/a0583e00.HTM).

Varadi, L. 2002. Results and experiences of the operation of a combined intensive-extensive pond fish production system in Hungary. Pond Aquaculture in Central and Eastern Europe in the 21st Century. Manuscript presented at the international workshop, Vodnany, Czech Republic, 2–4 May 2001. pp. 79–83. EAS Special Publication No.31. 116pp.

Varadi, L. 2007. Extensive aquaculture in freshwater and its contribution to coastal/rural areas. Conference on European Aquaculture and its Opportunities for Development, Brussels, 15–16 November 2007.

Varadi, L., Blokhin, S., Pekar, F., Szucs, I. & Csavas, I. 2001a. Aquaculture development trends in the countries of the former USSR area. *In* R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, (eds). *Aquaculture in the Third Millennium*. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 February 2000. pp. 417–429. Bangkok, NACA and Rome, FAO (available at www.fao.org/docrep/003/AB412E/ab412e25.htm).

Varadi, L., Blokhin, S., Pekar, F., Szucs, I., & Csavas, I. 2001b. Aquaculture development trends in Europe. *In:* R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, (eds). *Aquaculture in the Third Millennium*. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 February 2000. pp. 397–416. Bangkok, NACA and Rome, FAO (available at www.fao.org/docrep/003/AB412E/ab412e24.htm)

Vasilyeva, L.M. 2010. Sostoyanie i perspektivy razvitiya osetrovodstva v stranakh Tsentral'noy i Vostochnoy Evropy (Status and development perspectives of sturgeon culture in countries of Central and Eastern Europe – In Russian) (available at www.agrowebcee.net/fileadmin/content/nacee/files/documents/ThematicGoups/Sturgeon%20WG/Sturgeon_RU.doc) **Васильева, Л.М.** 2010. Состояние и перспективы развития осетроводства в странах Центральной и Восточной Европы (Электронный источник. Режим доступа: www.agrowebcee.net/fileadmin/content/nacee/files/documents/ThematicGoups/Sturgeon%20WG/Sturgeon_RU.doc)

Verdegem, M.C.J., Bosma, R.H. & Verreth J.A.J. 2006. Reducing water use for animal production through aquaculture. *International Journal of Water Resources Development* 22(1): 101–113.

Wallace, I.S., Gregory, A., Murray, A.G., Munro, E.S. & Raynard, R.S. 2008. Distribution of infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) in wild marine fish from Scottish waters with respect to clinically infected aquaculture sites producing Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Diseases*, 31(3): 177–186

Williot, P. Brun R., Pelard M., & Mercier D. 2000. Unusual induced maturation and spawning in an incidentally caught adult pair of critically endangered European sturgeon, Acipenser sturio L. *J Appl Ichthyol* 16: 279–281.

Williot, P. 2009. Elevage de l'esturgeon siberien (*Acipenser baerii* Brandt) en France. *Cah Agric*; 18: 189–194. DOI: 10.1684/agr.2009.0292

Wilson, A., Magill, S. & Black, K.D. 2009. Review of environmental impact assessment and monitoring in salmon aquaculture. *In* FAO Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture. pp. 455–535. Rome, FAO. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 527. 648 pp. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0970e/i0970e.zip)

Wolffrom, T. & Lopes Dos Santos, M. 2004. Farmed fish and welfare. Brussels, European Commission, Directorate General for Fisheries, Research and Scientific Analysis Unit (A4). 39 pp.

World Bank. 2010a. World Development Indicators database. Updated 1 July 2010. Population 2009. (Available at http://siteresources.worldbank.org/DATASTATISTICS/Resources/POP.pdf)

World Bank. 2010b. World Development Indicators database. Updated 1 July 2010. Gross Domestic Product 2009.
(Available at http://siteresources.worldbank.org/DATASTATISTICS/Resources/GDP.pdf)

World Wildlife Fund (WWF). 2007. Benchmarking study on international aquaculture certification programmes. (Available at http://www.panda.org/about_our_earth/blue_planet/publications/?119260/Benchmarking-Study-Certification-Programmes-for-Aquaculture).

Yin, K., Harrison P.J. & Black E. 2008. Risk analysis of coastal aquaculture: potential effects on algal blooms. *In* GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of

Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), pp. 162-189. Assessment and communication of environmental risks in coastal aquaculture. Rome, FAO. *Reports and Studies GESAMP* (76). 198 pp. (Available at ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0035e/i0035e.zip)

Youngson, A.F., Dosdat, A., Saroglia, M., Jordan, W.C. 2001. Genetic interactions between marine finfish species in European aquaculture and wild conspecies. *J. Appl. Ichthyol.* 17(4): 153–162.

ISBN 978-92-5-006867-1 ISSN 2070-6065

9 789250 068671

I2211Bi/1/05.11