

103

COMMISSIE VAN DE EUROPESE GEMEENSCHAPPEN

INFORMATIEBULLETIN VAN HET BUREAU

EURISOTOP

Serie:
Monografieën

Instituut voor Zeevotoenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research
Prinses Elisabethlaan 89
3401 Breda, Belgium - Tel. 059 780 27 25



**STRALINGSCONSER-
VERING VAN GARNALEN
EN RESULTATEN VAN EEN
GEMEENSCHAPPELIJKE ACTIE**

P. Hovart
W. Schietecatte
W. Vyncke

1976

BELANGRIJKE MEDEDELING

De Commissie van de Europese Gemeenschappen, c.q. elke persoon die in haar naam handelt, is niet aansprakelijk voor de volledigheid van de in dit Informatiebulletin gepubliceerde gegevens, noch voor eventuele schade ten gevolge van het gebruik van gegevens en uitrusting en de toepassing van methoden of procédés die in dit Informatiebulletin worden medegedeeld.

Serie: Monografieën

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research
Prinses Elisabethlaan 69
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15

STRALINGSCONSERVERING VAN GARNALEN
EN RESULTATEN VAN
EEN GEMEENSCHAPPELIJKE ACTIE

P. HOVART
W. SCHIETECATTE
W. VYNCKE

Gepubliceerd door de
Afdeling «Informatie en Documentatie»
van het Bureau Eurisotop
1976

Inhoudstafel.Blz.

Inleiding.

Hoofdstuk I - Houdbaarheidsverlenging van garnalen door bestraling.	2
§ 1. Belgische proefnemingen	3
A. Proefnemingen met ongepelde garnalen	3
B. Proefnemingen met gepelde garnalen (eerste reeks)	14
C. Proefnemingen met gepelde garnalen (tweede reeks)	22
D. Proefnemingen met gepelde garnalen (derde reeks)	31
§ 2. Nederlandse proefnemingen	35
A. Experimenten over de invloed van de toegepaste dosis en de verpakking	36
B. Experimenten over de invloed van het pellen en de toevoeging van benzoëzuur	37
Hoofdstuk II - Wholesomeness van bestraalde garnalen	44
§ 1. Microbiologische veiligheid	44
A. Clostridium botulinum	44
B. Andere pathogene micro-organismen	48
§ 2. Toxicologische aspecten	51
§ 3. Detectie van de bestraling	53
Hoofdstuk III - Technologie van het bestralen van garnalen	57
Hoofdstuk IV - Economische aspecten van de bestraling van garnalen	62
§ 1. Garnalenvisserij en -markt in de EEG	62
A. Europese Economische Gemeenschap	63
B. Lid-staten	66
§ 2. Het probleem van de hoeveelheden	82

	<u>Blz.</u>
A. Decentralisatie van de aanvoer	82
B. Aanvoerfluctuaties	88
C. Verhandelings- en verkoopgewoonten	97
§ 3. De kostprijs van de bestraling	97
A. Opties voor de evaluatie	97
B. Basisgegevens voor de berekening	98
C. Kostprijs voor Co-60 bestralings- installatie	121
D. Vergelijkende kostprijs met andere bestralingsbronnen	138
 Besluiten	 141
 Literatuur	 145

Supplement:

Synthese van de toestand van het onderzoek inzake visbestraling en
perspektieven voor akties op EEG vlak

VOORWOORD

In dit Informatiebulletin zijn de resultaten opgenomen van een communautaire actie van het Bureau Eurisotop waarbij de technische en economische voorwaarden voor de bestraling van garnalen werden bestudeerd.

In dit verband verwijzen wij de lezer naar de reeds vroeger gepubliceerde brochures over dit onderwerp :

Informatiebulletin n° 112 "Irradiation of lightly salted brown schrimps" - E. HOUWING

Informatiebulletin n° 75 "Strahlungspasteurisierung von Garnelen" (Handelingen van een conferentie).

Aan het einde van dit Bulletin is een aanvullend rapport opgenomen dat een overzicht bevat betreffende de huidige stand van zaken op het gebied van de bestraling van vis, alsmede enkele overwegingen met het oog op een eventuele actie van de Europese Gemeenschap ter bevordering van deze nieuwe conserveringsmethode.

Prof. G. Pröpstl

Inleiding.

In 1972 werd door het Bureau Eurisotop het rapport getiteld "Economische en Technologische Studie over het Bestralen van Garnalen" gepubliceerd (34).

De doelstelling van deze studie was een bijdrage te leveren tot de discussie over de technisch-economische verantwoording van de bestralingstechniek voor garnalen (Crangon vulgaris Fabr.).

Eveneens in 1972 werd door het Bureau Eurisotop een symposium over "Stralingspasteurisatie van Garnalen" georganiseerd en bij de besluiten van dit symposium werd de noodzaak tot verder technologisch en economisch onderzoek, deels communautair en deels nationaal, benadrukt (35).

Dit aanvullend onderzoek, dat in de EEG-landen werd ondernomen, heeft geleid tot onderhavig verslag dat een actualisering wil zijn van de eerste publikatie over het bestralen van garnalen en dat eveneens de resultaten van de nationale en communautaire programma's wil weergeven.

De studie omvat vier hoofdstukken.

Het eerste hoofdstuk belicht het effect van de bestraling op het gebied van de houdbaarheidsverlenging. Het tweede hoofdstuk onderzoekt het aspect "wholesomeness" van bestraalde garnalen. Het derde hoofdstuk handelt over de specifieke bestralingstechnologie van garnalen en het vierde hoofdstuk wijdt uit over de economische aspecten van de bestraling van garnalen.

Tenslotte worden algemene besluiten naar voren gebracht.

Hoofdstuk I - Houdbaarheidsverlenging van garnalen door bestraling.

In het vorig rapport (34) werden de grote bederfelijkheid van garnalen en de voor- en nadelen van chemische conserveermiddelen, diepvriezen, vriesdrogen en hittebehandeling besproken.

Door een hoog gehalte aan extraheerbare stikstofverbindingen een actief proteolytisch enzymensysteem (dat niet altijd volledig tijdens het kookproces wordt vernietigd en een relatief groot lichaamoppervlak vormen de garnalen een gunstig substraat voor micro-organismen. Hierdoor zijn de garnalen een zeer bederfelijk product met een houdbaarheid van slechts enkele dagen. Voor langere bewaarperioden is een bewaarmiddel (gewoonlijk benzoëzuur of zijn zouten) noodzakelijk, alhoewel het de delikate smaak van de garnaal wijzigt en de doeltreffendheid beperkt is.

Tijdens het vriezen of vriesdrogen grijpen er, zij het in mindere mate, ook veranderingen plaats en laatstgenoemde methode valt daarenboven eerder duur uit.

Een andere conserveermogelijkheid is het gebruik van ioniserende stralen. Talrijke studies in het laatste decennium hebben aangetoond dat zeeproducten één van de meest belovende groepen van levensmiddelen zijn die voor dit procédé in aanmerking komen. In België, Nederland en Duitsland (B. R.) (*) werden dan ook proefnemingen uitgevoerd ten einde de toepassingsmogelijkheden van de radurizatie voor de verlenging van de houdbaarheid van garnalen na te gaan. Het Bureau Eurisotop heeft dit werk gekoördineerd en de vorderingen van het onderzoek werden medegedeeld en besproken tijdens zes vergaderingen van het "Technisch comité voor de bestraling van schaaldieren", gehouden te Brussel van 1972 tot 1975.

(*) In Frankrijk werden experimenten op roze garnaal (Leander serratus) uitgevoerd die echter niet in dit rapport worden behandeld.

De resultaten van de Belgische en Nederlandse experimenten worden hier gerapporteerd (*). Zowel gepelde als ongepelde garnalen werden in beide landen bestudeerd, maar er moet worden benadrukt dat ongezouten garnalen (ca 1 % zout) in Nederland en gezouten garnalen (ca 3 % zout) in België werden gebruikt.

§ 1. Belgische proefnemingen.

De invloed van het pellen, van de tijd tussen de vangst en de bestraling, van de toegepaste dosis, van de zuurstofdoorlaatbaarheid van de verpakking en van de opslagtemperatuur werd in vier reeksen experimenten onderzocht. Alle garnalen werden vóór de Belgische kust gevangen door een commercieel bokkenvaartuig en gedurende 6 tot 10 min (gemiddeld 7 min) in pekels gekookt. Zij werden gedurende ongeveer 8 min zorgvuldig gekoeld en in polyethyleen kisten zonder verdere koeling bewaard tot de terugkomst in de haven, ongeveer 6 uur na de vangst.

De bestraling werd uitgevoerd in een Co-60 bestraler in het Studiecentrum voor Kernenergie te Mol. Een dosisdebiet van ongeveer 400 krad/uur werd voor ongepelde garnalen toegepast (overdosisverhouding 1,3) en 300 krad/uur voor gepelde garnalen (overdosisverhouding 1,1).

A. Proefnemingen met ongepelde garnalen (70).

Twee reeksen proefnemingen werden uitgevoerd, waarbij de garnalen met dosissen van 0,05 tot 0,5 Mrad respectievelijk 40 en 16 uur na de vangst werden bestraald. De garnalen werden per kg verpakt in papieren zakken en dan door PVC-rekfolie omwik-

(*) De Duitse resultaten, met uitzondering van microbiologische data (50), waren nog niet beschikbaar op het ogenblik dat onderhavig rapport werd geschreven (oktober 1975).

keld. Zij werden bij 0°C bewaard. De kwaliteit van de schaaldieren werd op basis van organoleptische (5 puntenschaal), bacteriologische en chemische testen bepaald.

1. Bestralingsproeven na 40 uur.

De organoleptische keuring (fig. 1) toonde aan dat de bestraling een duidelijk effect op de houdbaarheid van de garnalen had. Met dosissen van 0,3 en 0,5 Mrad echter werd een zuurachtige geur en smaak ("bestralingsgeur en -smaak") genoteerd, die als niet acceptabel werden beoordeeld; de resultaten van deze te hoge dosissen werden in fig. 1 niet weergegeven.

De organoleptische scores van de 0,1 en 0,2 Mrad experimenten waren zeer gelijk. In deze proeven werd een score van 3 ("middelmatig") als kwaliteitsgrens gesteld. Deze waarde werd na 24 (\pm 2) dagen voor de bestraalde monsters en na 9 (\pm 1) dagen in de andere, bereikt. Er werd verder vastgesteld dat in één experiment na 11 dagen bewaring een lichte bestralingsgeur en -smaak voorkwam. Dit verschijnsel wordt verder besproken.

De kleur van de bestraalde garnalen bleef onveranderd. Dit werd door chemische analyses, uitgevoerd in het Laboratorium voor Levensmiddelenconservering (Universiteit te Leuven) bevestigd. Er kon worden aangetoond dat de carotenofde-pigmenten van garnalen zeer stabiel zijn t. o. v. bestraling (63) en in dit opzicht dezelfde resultaten geven als andere schaaldieren; pigmenten van andere visserijproducten, zoals zalm, gedragen zich evenwel anders (12).

De resultaten van de bepalingen van de totale vluchtige basen (TVB), totale vluchtige zuren (TVZ), vluchtige reducerende stoffen (VRS) en ammoniak (fig. 1) uitgevoerd tot de 24e dag (organoleptische score 3) bevestigden de organoleptische keuring. Er

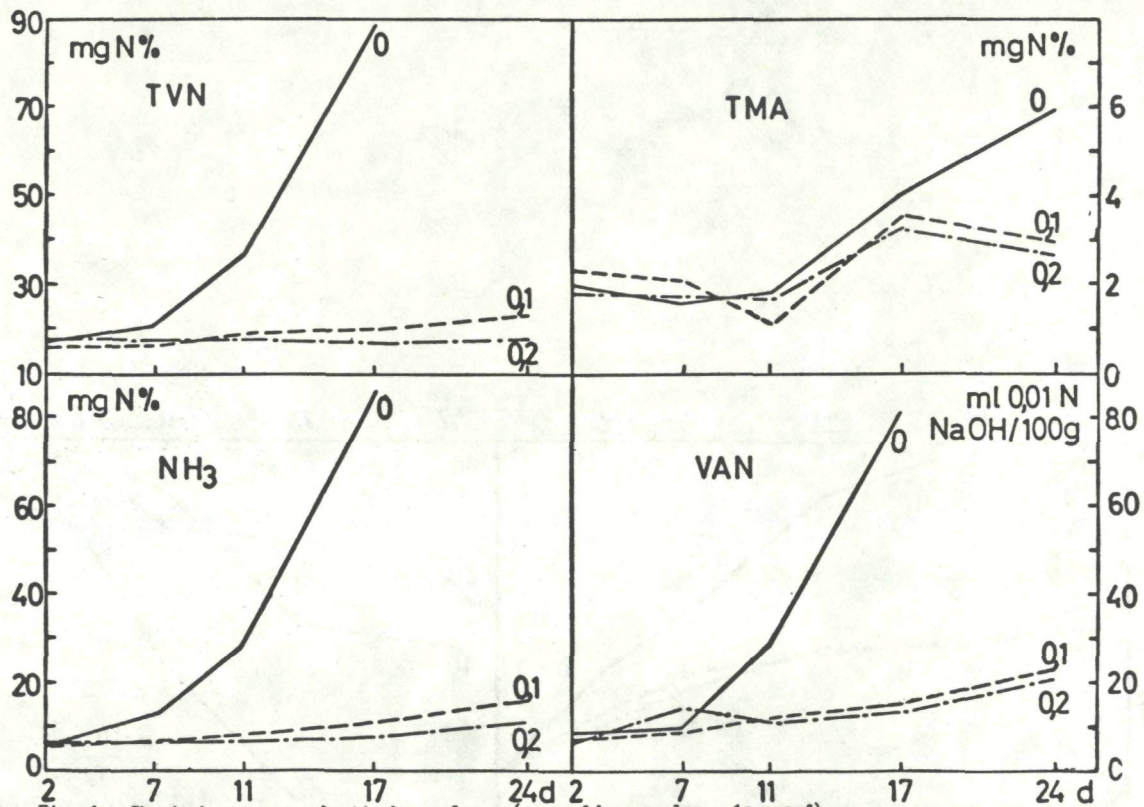


Fig. 1 - Chemische en organoleptische analyses (ongepelde garnalen - 1e proef).

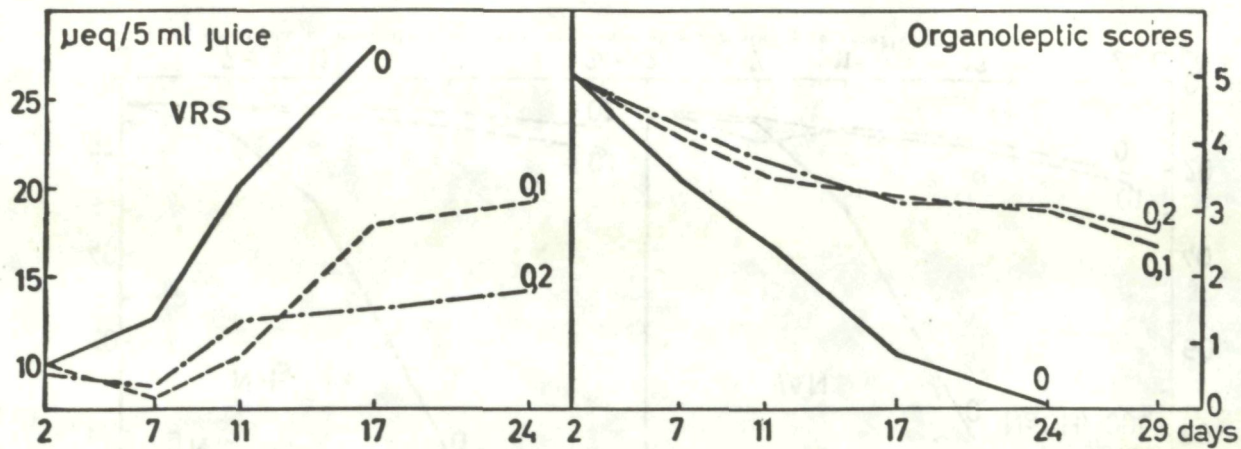


Fig. 1 - (Vervolg)

was geen significant verschil tussen de dosissen van 0,1 en 0,2 Mrad, uitgenomen in zekere mate met de VRS-test. De individuele waarden van deze test (niet vermeld) varieerden echter meer dan met andere methoden.

Niet bestraalde monsters vertoonden analoge steile bederfcurven, hierbij kontrasterend met de kurven van de geradurizeerde garnalen.

Noch de TMA-waarden van de onbehandelde monsters, noch deze van de bestraalde korreleerden met de organoleptische keuring en bleven op een onverwacht laag peil, vooral in de garnalen die duidelijk bedorven waren. Dit bevestigt vroegere proefnemingen dat de TMA-bepaling een eerder zwakke kwaliteitsbepalingmethode voor gekookte garnalen is (69).

Wegens de boven aangehaalde redenen werden de resultaten van de 0,3 en 0,5 Mrad testen niet in de grafieken weergegeven, maar zij waren zeer analoog met deze van de 0,3 Mrad monsters.

2. Bestralingsproeven na 16 uur.

De organoleptische bepaling bevestigde de resultaten van de vorige reeks proeven. Zelfs met 0,05 Mrad werd een gevoelige verlenging van de houdbaarheid genoteerd, alhoewel deze lager was dan met 0,1 en 0,2 Mrad. De organoleptische score 3 werd na 24 (± 2) dagen bereikt bij de monsters bestraald met 0,05 Mrad. De niet-bestraalde schaaldieren bereikten deze waarde na 10 (± 1) dagen.

Zoals in de vorige reeks, werd tijdens één experiment een lichte bestralingsgeur en -smaak genoteerd. De reden hiervoor kan gezocht worden in een toevallige gewijzigde behandelingstechniek

aan boord. Ludorff et al. (43), Degkwitz et al. (17), Meyer-Waarden (47), Mann (44) en van Spreekens en de Man (67) onderstreepten het belang van de behandelingswijze en in het bijzonder de kooktechniek voor de kwaliteit en de houdbaarheid van garnalen. Aan dek is het niet altijd gemakkelijk een gelijke kookgraad te bekomen. Er zijn aanduidingen dat de kookduur in ieder geval een belangrijke faktor is om de bestralingsgeur en -smaak te vermijden.

De mogelijkheid bestond om twee partijen garnalen die slechts 3 of 4 min t. o. v. 6 tot 10 min in de "normale" procedure, te bestralen. Beide partijen vertoonden de karakteristieke afwijkende geur en smaak na enkele dagen bewaring. Een andere mogelijkheid is de aanwezigheid van andere mariene organismen in de vangst die accidenteel samen met de garnalen gekookt worden. Roskam (59) beschreef de invloed op de kwaliteit van de schaaldieren, van een kleine vis, de grondel (Gobius minutus), die de garnalen met slijm en uitgestoten stoffen uit zijn ingewanden bedekt.

De invloed van de bestraling op het bederf van de garnalen wordt duidelijk aangetoond door de resultaten van de verschillende laboratoriumanalyses (fig. 2). Van de scheikundige methoden korreleerden TVB, ammoniak en dimethylamine (DMA) het best met de organoleptische keuring ; zo werden b. v. hogere waarden na 16 dagen opslag bij de 0,05 Mrad garnalen gevonden. DMA werd alleen in zeer kleine hoeveelheden aangetroffen. Er moet worden benadrukt dat de vorming van deze base door afbraak van trimethylamineoxyde onder invloed van bestraling in diverse visserijprodukten, maar bijzonder in gadofden door Amano en Tozawa (2) werd gemeld. Dit was klaarblijkelijk niethet geval met Crangon vulgaris en wijst er meteen op dat het specifiek enzymensysteem dat aan de reactie deelneemt, afwezig is. De noodzaak van dit systeem werd door de voorgenoemde Japanse auteurs aangetoond.

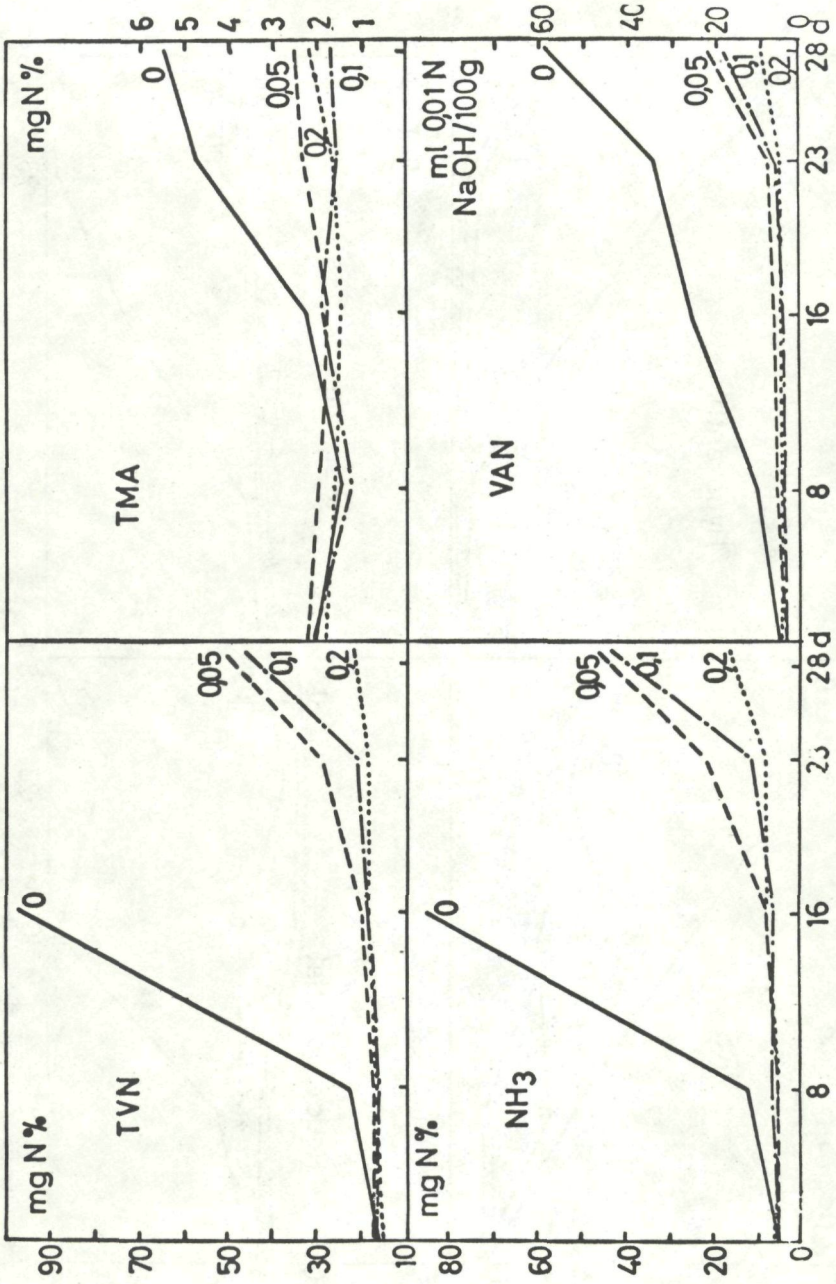


Fig. 2 - Chemische en organoleptische analyses (ongepelde garnalen - 2e proef).

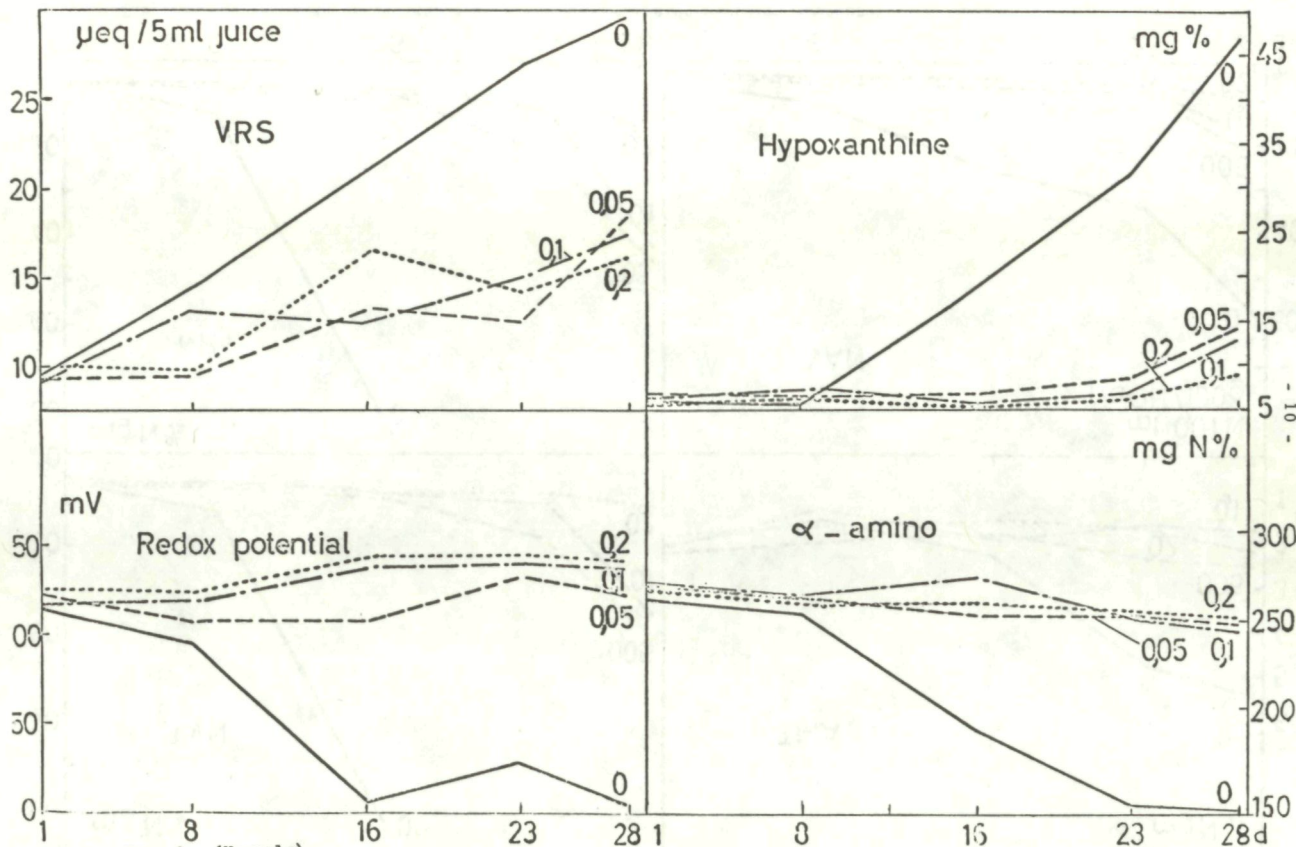


Fig. 2 - (Vervolg).

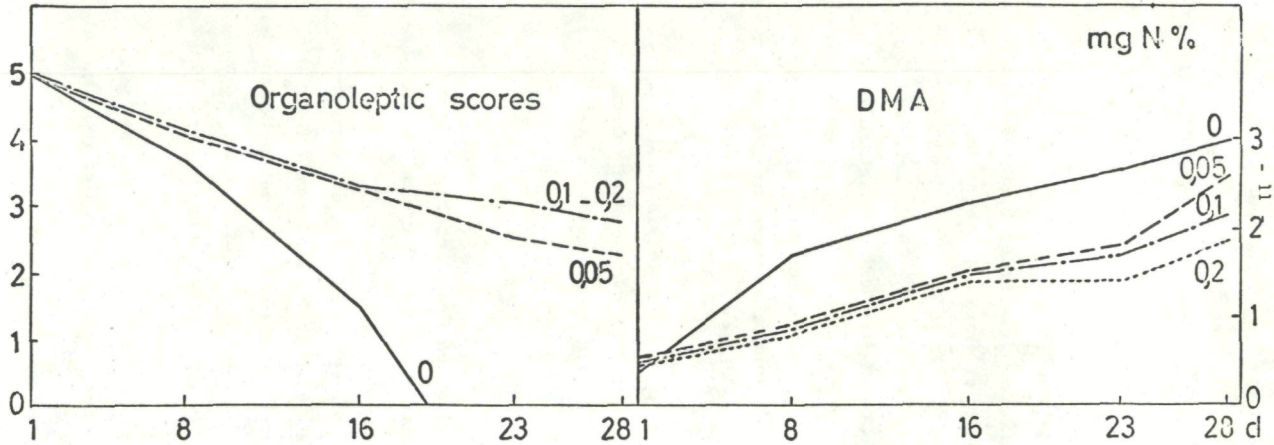


Fig. 2 - (Vervolg).

Redoxmetingen kunnen nuttige inlichtingen over de bacteriële activiteit geven. Uit fig. 2 volgt dat de redoxpotentiaal snel daalt in niet bestraalde garnalen om een minimum van ca 10 mV na 15 dagen te bereiken ; de potentiaal bleef anderzijds praktisch onveranderd in de bestraalde monsters. Wanneer deze resultaten met deze van de bacteriologische bepalingen worden vergeleken (fig. 3), kwam tot uiting dat de oxyde-reduktiepotentiaal hoofdzakelijk door de activiteit van de specifieke bederfflora (niet verder bestudeerd in deze reeks) en niet door de totale microflora werd bepaald.

Vrije aminozuren daalden gevoelig in de onbehandelde garnalen, hetgeen erop wijst dat de activiteit van de bacteriële desaminasen sterker was dan deze van de endo- en exopeptidasen. Dit komt met de stijging van ammoniak goed overeen (fig. 2). De desaminering werd door radurizatie geremd, maar er was geen klaar onderscheid tussen de drie toegepaste dosissen.

Zoals verwacht, deed de radiopasteurisatie de beginflora gevoelig dalen. De vermindering hing van de dosis af en varieerde tussen ca 10^2 en 10^4 . Analoge verminderingen werden door andere auteurs met diverse gekookte of geblancheerde schaaldieren vastgesteld (25) (40) (41) (48) (56) (64).

De psychrofielen vertoonden praktisch hetzelfde beeld als het totaal aantal bacteriën, hetgeen erop wijst dat de gehele microflora psychrofiel van natuur is. De verdere stijging van het kiemgetal gedurende de opslag korreleerde noch met de organoleptische keuring, noch met de meeste chemische analyses. De met 0,05 Mrad bestraalde garnalen bereikten zelfs een hoger peil dan de niet bestraalde monsters op het einde van de opslagperiode. Dit verschijnsel werd eveneens door andere onderzoekers (41) (42) (45) (49) (62) (64) met diverse visserijprodukten vastgesteld. Slavin et al. (62) suggereerde dat dit zou kunnen te wijten zijn aan het feit dat de microflora na bestralen minder metabolisch actief zou zijn

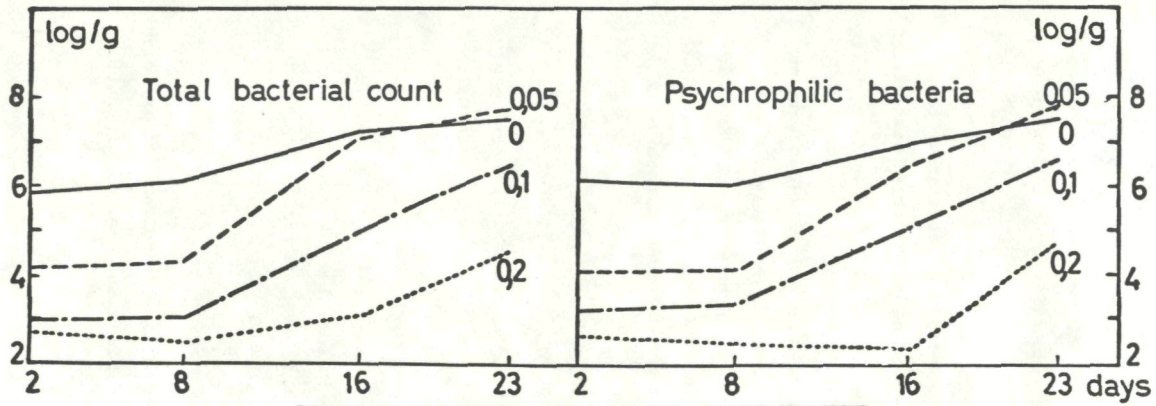
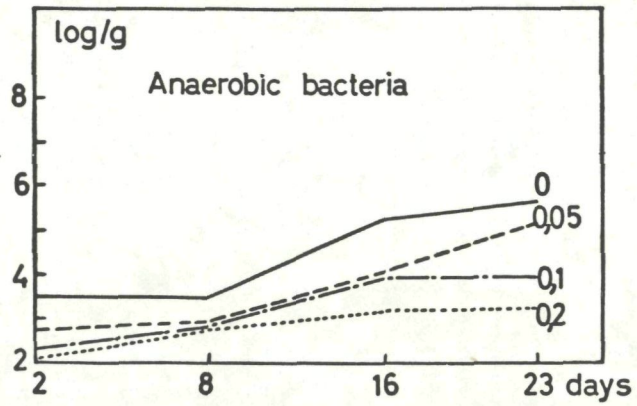


Fig. 3 - Bakteriologische
analysen
(ongepelde garnalen -
2e proef)



waardoor een groter aantal bacteriën nodig zou zijn om eenzelfde bederfgraad te veroorzaken. Dezelfde auteurs (41) (42) (45) (49) (62) (64) legden er ook de nadruk op dat gammabestraling zowel kwalitatief als kwantitatief de microflora van vis en andere zeeproducten radikaal wijzigt. Dit werd eens te meer tijdens deze proeven op Crangon vulgaris bevestigd.

Tellingen van anaëroben vertoonden een iets betere overeenkomst met de organoleptische keuring en de chemische testen, maar waren van weinig praktisch nut.

Bij vergelijking van de resultaten van beide reeksen experimenten werd alleen een licht verschil in houdbaarheid ten gunste van de tweede reeks waargenomen bij de garnalen bestraald met 0,1 of 0,2 Mrad. De bijkomende periode van 24 uur vobr bestraling bleek geen wezenlijke invloed op de verdere houdbaarheid te hebben.

B. Proefnemingen met gepelde garnalen (Eerste reeks)
(16).

De garnalen werden door laboratoriumpersoneel gepeld. Om de goede commerciële praktijk te simuleren, werden normale hygiënische voorzorgen genomen, maar er werd niet getracht in aseptische kondities te werken. De schaaldieren werden dan per 100 g in 0,050 mm dikke polyethyleen zakjes verpakt die geseald werden. Zij werden bij 2 (\pm 1)°C gedurende het transport en de opslag bewaard. Zij werden de volgende dag bestraald, ongeveer 40 uur na de vangst. Dosissen van 0,05, 0,1 en 0,2 Mrad werden toegepast.

Twee experimenten werden uitgevoerd waarbij garnalen met een verschillend beginkiemgetal werden genomen, nl. 163.000 en 56.000 bact/g.

In het eerste geval was de houdbaarheid (organoleptische grens van 3 punten) van niet-bestraalde gepelde garnalen 16 (± 2) dagen en in het tweede geval 21 (± 2) dagen. Er kan worden opgemerkt dat de houdbaarheid in het tweede geval langer was dan deze van ongepelde garnalen, hetgeen overeenkomt met de Nederlandse resultaten (33) (59).

Na radurizatie met 0,1 Mrad viel het kiemgetal van het eerste experiment van 163.000 op 1.180 bact/g terug (fig. 4) en in het tweede experiment van 56.000 op 121 bact/g (fig. 6).

Deze resultaten bevestigen vroegere proeven op gekookte of geblancheerde schaaldieren waar reducties van 10^2 tot 10^3 werden gevonden voor dosissen van 0,075 tot 0,2 Mrad (25) (56).

In het eerste geval bedroeg de houdbaarheid van bestraalde gepelde garnalen 20 (± 2) dagen voor een dosis van 0,05 Mrad en 30 (± 2) dagen voor 0,1 en 0,2 Mrad. In het tweede geval was de houdbaarheid 30 (± 2) dagen voor 0,05 Mrad en 35 (± 2) dagen voor 0,1 en 0,2 Mrad.

Verskillende chemische testen bevestigden deze resultaten. TVB en ammoniak korreleerden het best met de organoleptische keuring (fig. 5 en 7). De resultaten van de TMA-, TVZ- en hypoxanthinebepalingen gaven duidelijk het bestralingseffekt weer.

Het totaal aantal bacteriën toonde aan dat het bederf des te langer uitgesteld wordt naarmate de overlevende microflora kleiner is (fig. 4 en 6).

Met bestralingsdosissen van 0,1 en 0,2 Mrad werd een snellere stijging van het totaal aantal bacteriën naar het einde van de bewaarperiode toe, vastgesteld (fig. 4 en 6). Dit was echter niet het geval voor de fakultatieve anaëroben die duidelijk in hun groei

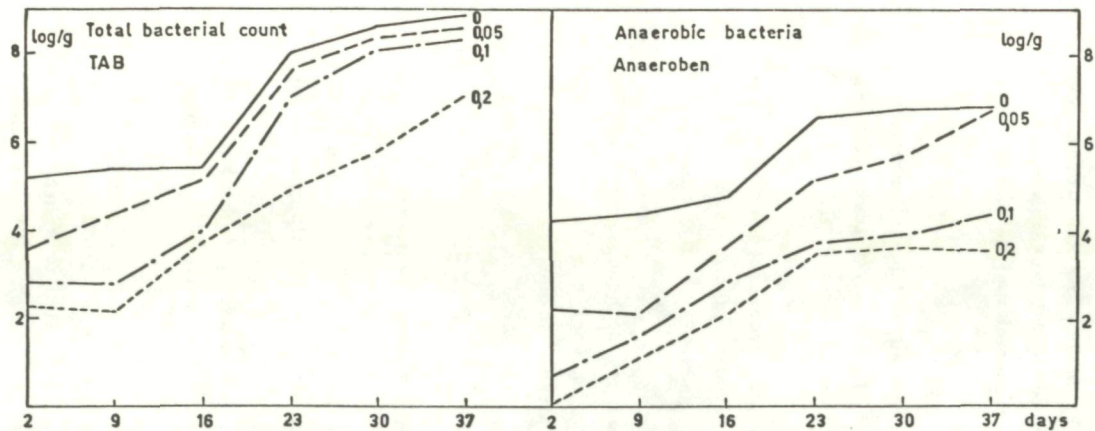
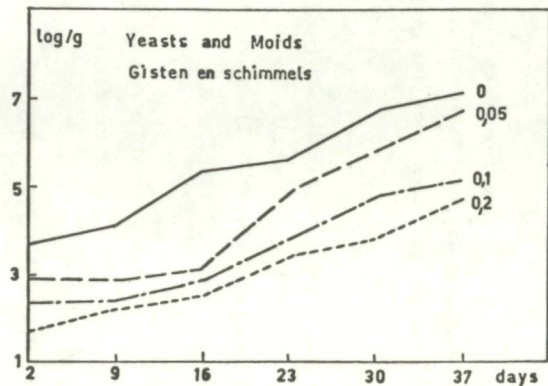


Fig. 4 - Mikrobiologische
analysen (gepelde
garnalen (1e reeks -
1e proef)).



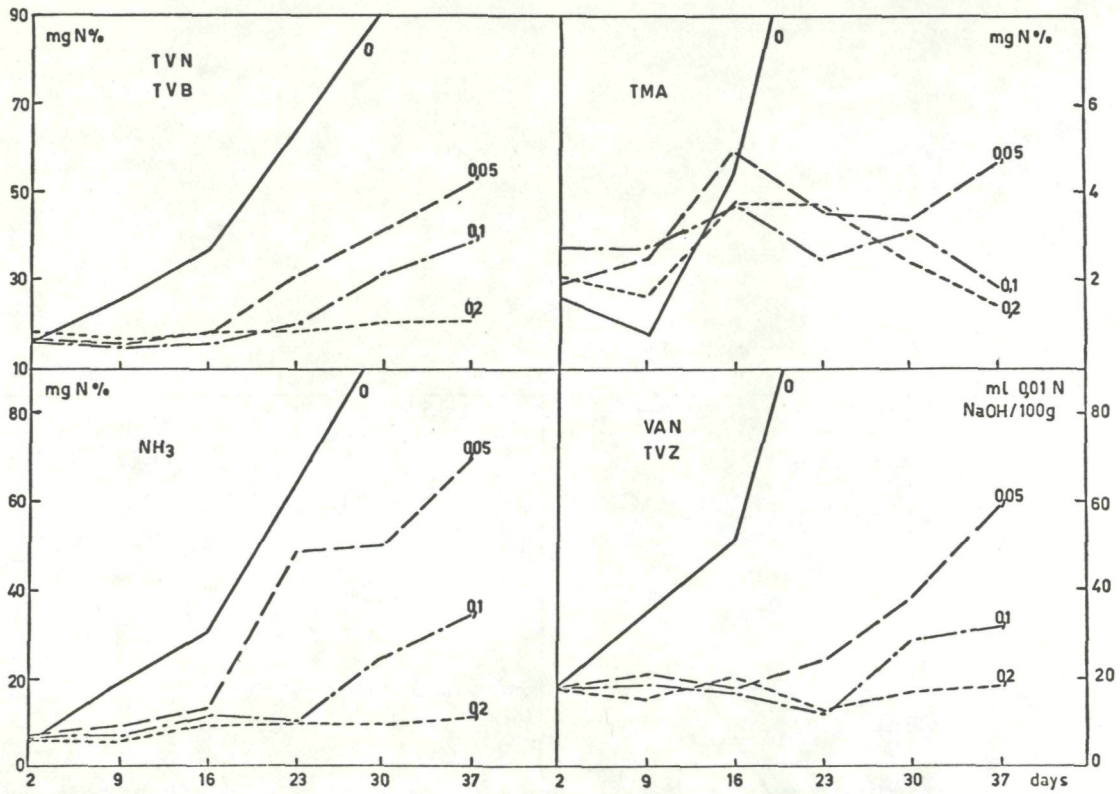


Fig. 5 - Organoleptische en chemische analyses (gepelde garnalen - 1e reeks - 1e proef).

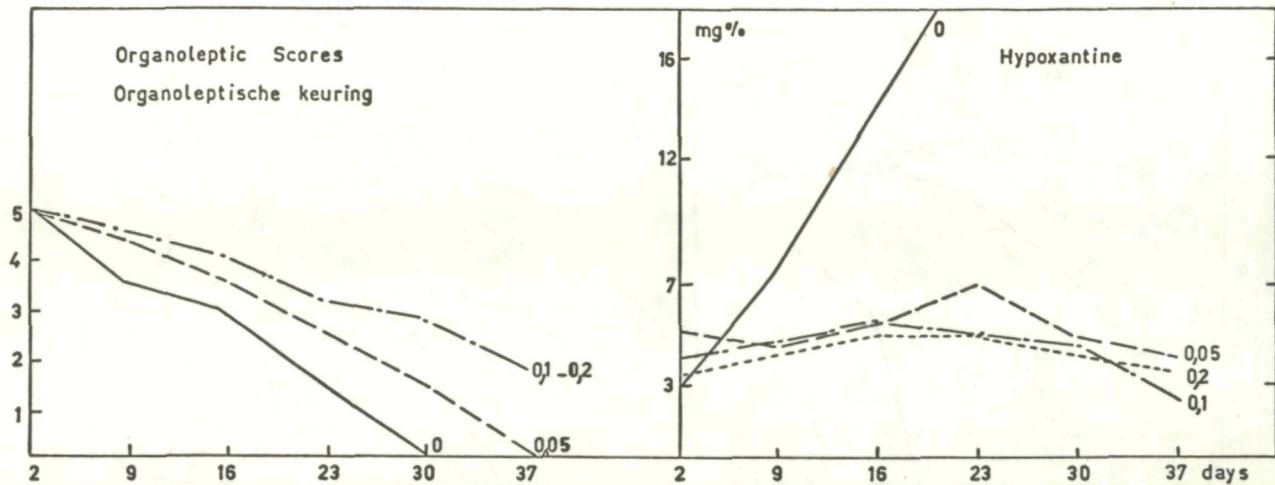
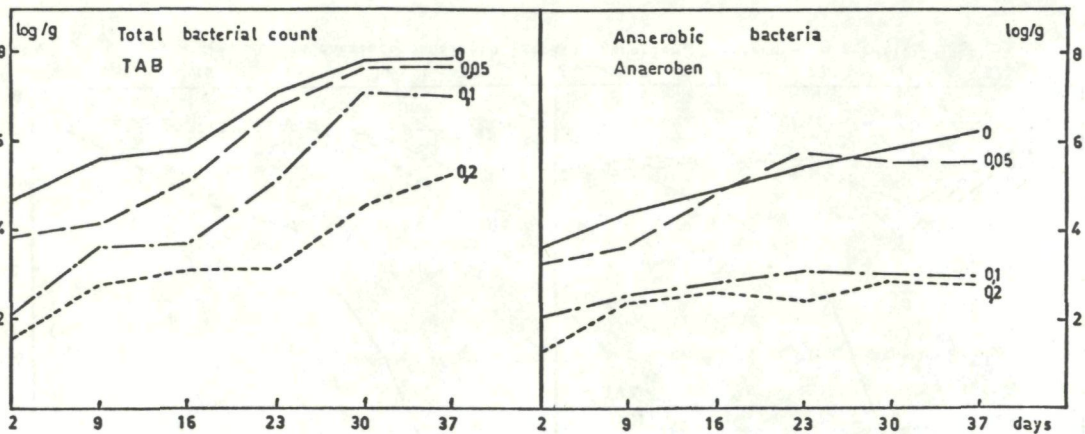


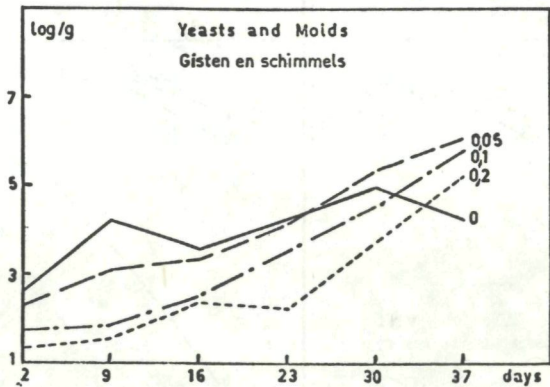
Fig. 5 - (Vervolg).



- 19 -

- 19 -

Fig. 6 - Mikrobiologische
analysen
(gepelde garnalen -
1e reeks - 2e proef).



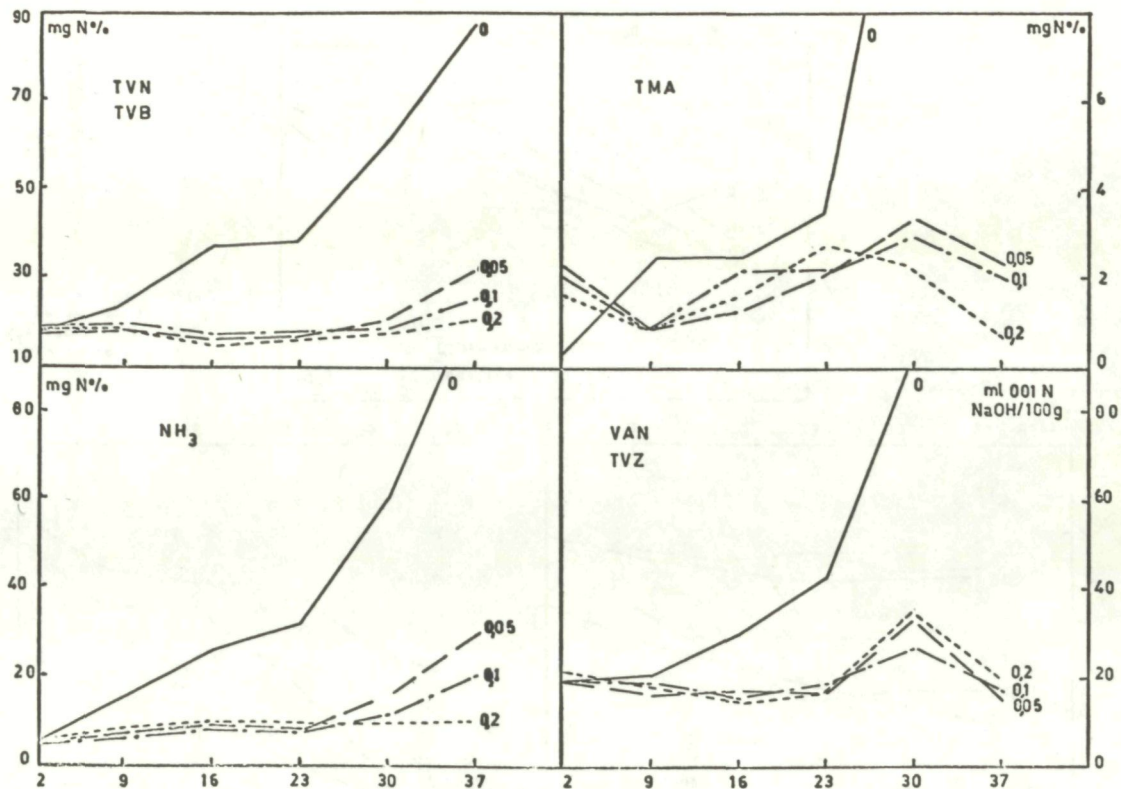


Fig. 7 - Organoleptische en chemische analyses (gepelde garnalen, 1e reeks - 2e proef).

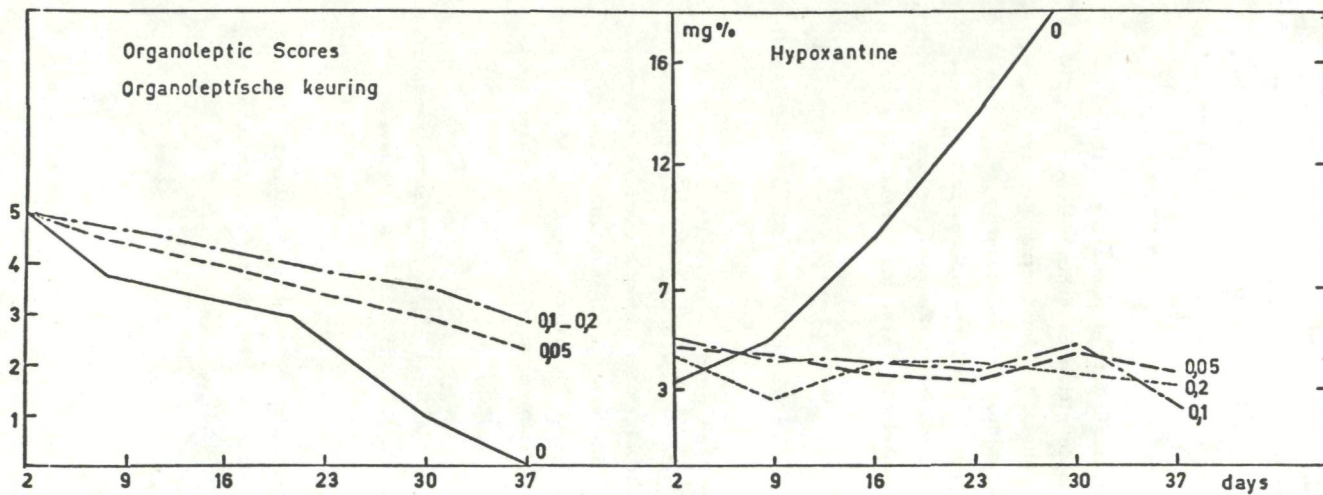


Fig. 7 - (Vervolg).

werden geremd. De bacteriologische testen toonden aan dat de secundaire besmetting door het pellen significant was. Aangezien het kiemgetal van gepelde garnalen lager is dan dit van ongepelde, is het aantal micro-organismen in de pel dat het garnalenvlees besmet.

In het tweede experiment (met een betere bacteriologische kwaliteit) waar eveneens de gisten en schimmels werden bepaald, kwam tot uiting dat hun aantal in niet-bestraalde garnalen na 3 weken lager was dan in bestraalde. Dit zou erop wijzen dat in verpakte bestraalde garnalen gisten en schimmels bestralingsresistenter zijn dan bacteriën, en door een sterke reductie van deze laatste, zich beter kunnen ontwikkelen. Hetzelfde verschijnsel werd voor krab waargenomen (19).

C. Proefnemingen met gepelde garnalen (Tweede reeks)
(71).

In deze proefnemingen werd de invloed van de zuurstofdoorlaatbaarheid van de films getest. Twee flexibele polyethyleen films die in de voedingsindustrie algemeen gebruikt worden, werden aangewend, nl. films met een dikte van 0,050 en 0,100 mm. De zuurstofdoorlaatbaarheid was 1500 en 500 ml/m²/24 u/atm voor respectievelijk de 0,050 en 0,100 mm films. De zakjes waren praktisch steriel.

De garnalen werden bij 2 ($\pm 1^\circ$) C gedurende transport en opslag bewaard. Zij werden bij 100 krad bestraald ongeveer 40 uur na de vangst.

Naast organoleptische en chemische bepalingen werd in deze tweede reeks experimenten meer aandacht aan de microbiologische bepalingen besteed.

De gemiddelde resultaten van de chemische en organoleptische bepalingen worden in fig. 8 weergegeven.

Zoals in de vorige proeven toonde de organoleptische keuring dat de radurizatie een duidelijk effect op de houdbaarheid van de garnalen had. Er was evenwel geen verschil tussen de twee soorten verpakkingen. Een score van 3 (laagste acceptabele kwaliteit) werd na 23 (\pm 2) dagen bereikt. Geen verkleuringen noch afwijkende geur of smaak werden vastgesteld.

Voor de niet-bestraalde monsters anderzijds was de houdbaarheid veel korter en hing van de zuurstofdoorlaatbaarheid van de verpakking af. De score 3 werd na 9 (\pm 2) en 16 (\pm 2) dagen voor respectievelijk de 0,050 en 0,100 mm verpakking bereikt. Deze resultaten zijn in overeenkomst met deze van Murray en Shewan (51), Huss (36) en Hansen (37), die aantoonde dat de houdbaarheid van verschillende vissoorten van het percent zuurstof in de verpakking en de zuurstofdoorlaatbaarheid van de folie afhankelijk is. Een verlaging van zuurstofgehalte geeft een langere houdbaarheid.

De resultaten van TVB-, ammoniak-, DMA- en in mindere mate hypoxanthine- en TVZ-bepalingen bevestigden de organoleptische keuring. Het verschil tussen de twee niet-bestraalde partijen was duidelijk. Er kon ook worden besloten dat TVB voor het grootste deel uit ammoniak bestond, een feit dat ook door Nederlandse onderzoekers werd vastgesteld (33) (53). De TMA-waarden bleven op een laag peil zelfs in de bedorven monsters en individuele bepalingen (niet vermeld) vertoonden belangrijke verschillen. Er was daarenboven geen wezenlijke TMA-vorming in bestraalde garnalen. Dit werd eveneens in de vorige proeven vastgesteld. Kamat en Kumta rapporteerden analoge resultaten met tropische garnalen (38).

Er moet ook worden opgemerkt, dat in tegenstelling met de experimenten op ongepelde garnalen er praktisch geen TVZ-

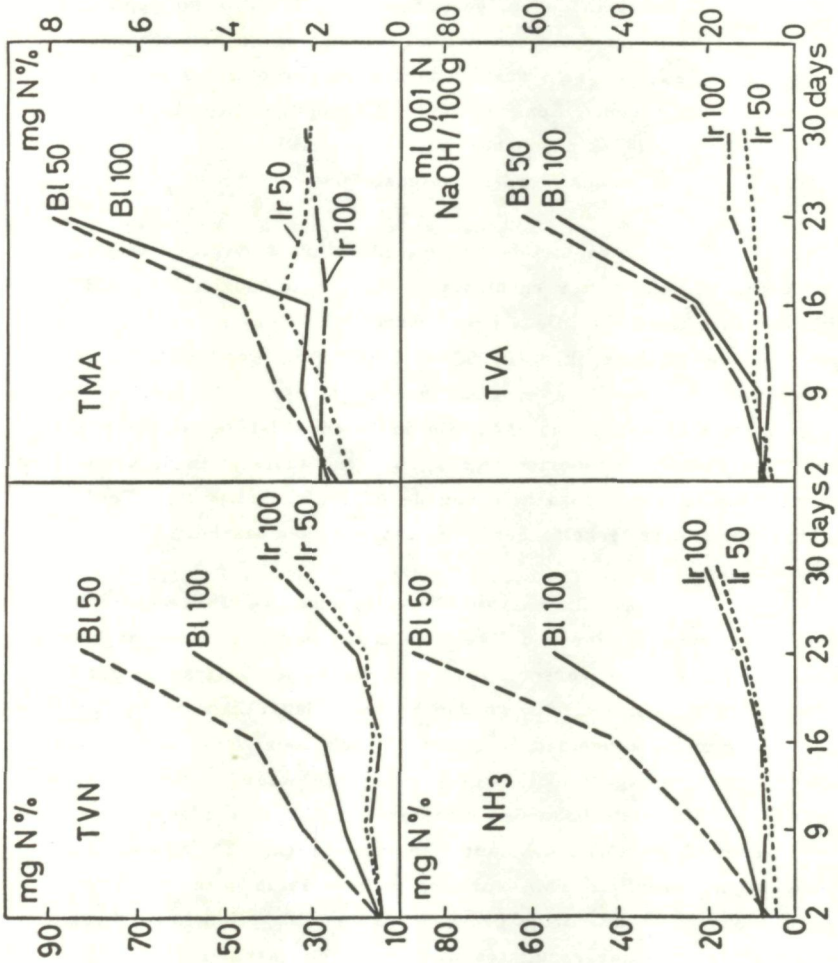


Fig. 8 - Organoleptische en chemische analyses (2e reeks).

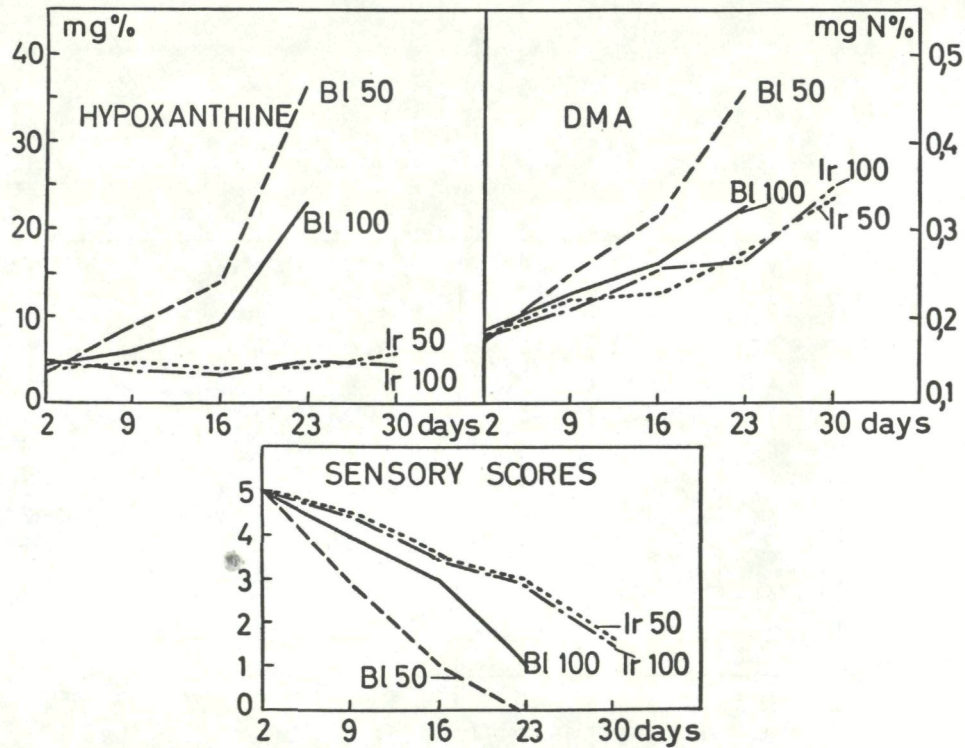


Fig. 8 - (Vervolg).

Tabel 1 - Wijziging in microflora van niet-bestraalde gepelde garnalen verpakt in 0,050 en 0,100 mm dikke films.

Micro-organismen	Flora distributie (%)					
	2 d		9 d		16 d	
	0,050	0,100	0,050	0,100	0,050	0,100
<u>Pseudomonas</u> type III en IV	14,6	14,6	12	8,9	17,9	7,2
<u>Acinetobacter</u>	31,2	29,2	57,5	44,5	60,7	50
<u>Enterobacteriaceae</u>	2	2	2,5	2,2	0	0
<u>Flavobacterium</u>	10,4	8,3	5	2,2	0	0
<u>Lactobacillus</u>	0	0	0	0	0	0
<u>Bacillus</u>	0	0	0	0	0	0
Corynebacteriën	8,3	8,3	10	6,7	7,1	11,9
Gram + cocci	25	29,2	13	22	14,3	21,4
Ongeclassificeerd	8,5	8,4	0	13,5	0	9,5
Nr geïdentificeerd	48	48	40	45	56	42

Tabel 2 - Wijziging in microflora van bestraalde gepelde garnalen verpakt in 0,050 en 0,100 mm dikte films.

Micro-organismen	Flora distributie (%)									
	2 d		9 d		16 d		23 d		30 d	
	0,050	0,100	0,050	0,100	0,050	0,100	0,050	0,100	0,050	0,100
<u>Pseudomonas</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Acinetobacter</u>	67,5	52,5	82,8	81,6	85,5	86	95,5	90,7	100	84
<u>Enterobacteriaceae</u>	2,5	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Flavobacterium</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Lactobacillus</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Bacillus</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corynebacteriën	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gram + cocci	22,5	35	17,2	18,4	14,5	14	4,5	9,3	0	6
Ongeclassificeerd	7,5	10	0	0	0	0	0	0	0	10
Nr geïdentificeerd	40	40	35	58	55	50	45	43	48	50

of hypoxanthinevorming was in de bestraalde garnalen zelfs in bedorven toestand. De reden hiervoor is niet duidelijk, maar staat wellicht in verband met de verandering in de microflora na het bestralen. De flora die de nodige enzymen voor de vorming van deze verbindingen produceert, moet door bestraling geëlimineerd geweest zijn.

TVZ, die vooral uit azijnzuur gevormd tijdens de reductie van trimethylamineoxyde tot TMA ontstaat, kwam in de bestraalde monsters relatief goed met deze laatste base overeen. Tien ml TVZ komen overeen met 6 mg azijnzuur per 100 g garnalen en theoretisch met 2,8 mg TMA-stikstof. Dit bevestigt dat geen TMA in de geradurizeerde monsters werd gevormd en dat daarenboven geen significante hoeveelheden van andere zuren door desaminering van aminozuren werden geproduceerd. Dit was niet het geval met niet-bestraalde garnalen, waar de hoeveelheid TVZ ongeveer tweemaal zo hoog was als het verwachte gehalte aan azijnzuur, rekening gehouden met de TMA-koncentratie.

Het totaal aantal bacteriën van niet-bestraalde garnalen bedroeg gemiddeld ca 5×10^4 per gram vóór de opslag. Anaëroben en gisten en schimmels bereikten respectievelijk 1×10^4 en 1×10^3 per gram. Gedurende de opslag steeg het totaal kiemgetal regelmatig in beide soorten verpakkingen. Geen wezenlijke vermeerderingen van het totaal aantal anaëroben en gisten en schimmels werden tijdens de opslag genoteerd (fig. 9). De geïsoleerde organismen (tabel 1) bestonden in orde van dalende belangrijkheid uit Acinetobacter, Grampositieve coccen, Pseudomonas, Flavobacterium, Corynebacteriën en Enterobacteriaceae.

Het hoger percentage Pseudomonas in de 0,050 mm zakjes dient te worden onderstreept. Daar deze organismen als actieve bedervers bekend staan (26), kan dit althans gedeeltelijk het verschil in houdbaarheid tussen de twee soorten verpakkingen uitleg-

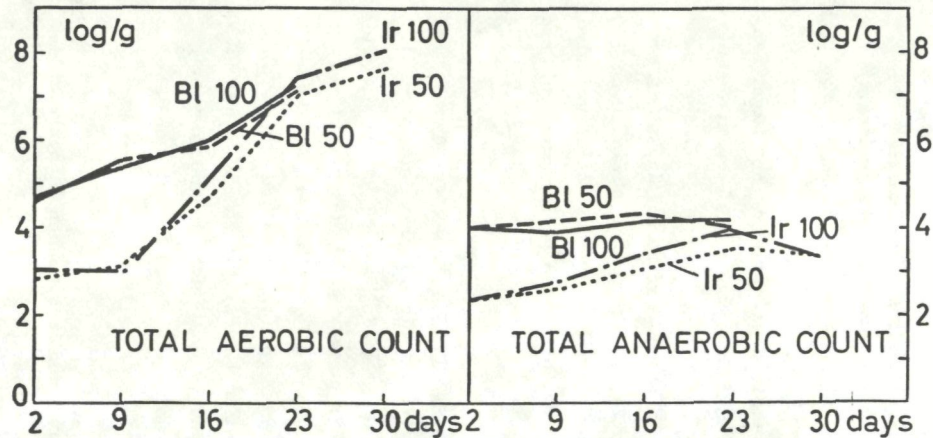
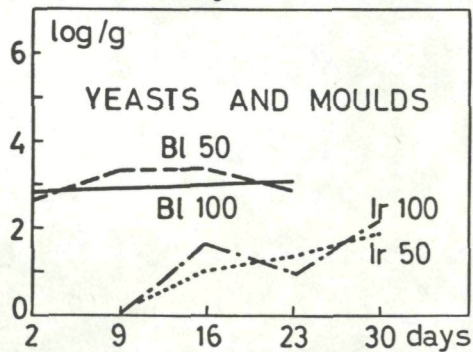


Fig. 9 - Mikrobiologische analysen
(2e reeks).



gen ; een grotere zuurstofdoorlaatbaarheid zou de groei van Pseudomonas stimuleren.

Het percentage Acinetobacter (Achromobacter) was eveneens hoger in de 0,050 mm zakjes, maar deze bacteriën zijn biochemisch minder actief alhoewel zij bestralingsresistenter zijn (26).

De bestraling bij 0,1 Mrad verminderde het totaal aantal bacteriën met 1,7 logaritmische cyclus (fig. 9). Geen gisten of schimmels werden onmiddellijk na het bestralen geteld. Gedurende de opslag verschenen zij opnieuw en stegen regelmatig in aantal, maar hun totaal aantal was eerder laag. Op het einde van de opslagperiode was het totaal kiemgetal groter in de bestraalde garnalen dan in de niet-bestraalde, een feit dat ook in de vorige proeven werd vastgesteld.

Pseudomonas en Flavobacterium die oorspronkelijk aanwezig waren, werden na het bestralen niet meer geteld (tabel 2). De eliminatie van Pseudomonas werd ook in Nederlandse proeven op garnalen genoteerd (53), terwijl Masurowsky et al. (4) rapporteerden dat Pseudomonas zeer bestralingsgevoelig is en wanneer schelvisfilets werden bestraald sterk in aantal verminderd werd. Enterobacteriaceae werden na de 7de dag niet meer geteld. Münzner (50) stelde eveneens een aanzienlijke reductie van deze organismen na bestraling vast en benadrukte het volksgezondheidsaspect van deze zaak.

Het dalend aantal grampositieve coccen in bestraalde garnalen dient ook te worden onderstreept.

Tussen de 0,050 en 0,100 mm verpakkingen konden geen wezenlijke verschillen in populaties worden gevonden. De Acinetobactergroep was dominerend en vormde, op het einde van de opslagperiode, praktisch de volledige flora van bestraalde garnalen.

Het overwicht van Acinetobacter na bestraling werd door Kamat en Kumta (38) genoteerd in tropische garnalen, door Corbett et al. (13) in tong, door Pelroy et al. (55) in "petrale sole" en door Kazanas (39) in "yellow perch". Zij blijken voor het traag, doch niettemin konstant voortschrijdende bederf verantwoordelijk te zijn. Om dezelfde reden werd de typische bederfgeur, die normaal bij bedorven vis en schaaldieren optreedt, niet waargenomen, maar wel de zoeterige geur die voor Achromobacter karakteristiek is (26).

D. Proefnemingen met gepelde garnalen (Derde reeks)
(72).

Het onderzoek beschreven onder punt C werd in een derde reeks proefnemingen verdergezet. Hierbij werd echter een luchtdichte film (polyamide polyethyleen laminaat XPL) aangewend en werd terzelfdertijd ook de invloed van de bewaar temperatuur (0 en 2°C) bestudeerd. Een film van 0,100 mm werd ter vergelijking genomen.

De organoleptische keuringen (fig. 10) en de chemische testen (fig. 11) toonden aan dat de houdbaarheid van de niet-bestraalde garnalen door de zuurstofdoorlaatbaarheid van het verpakkingsmateriaal werd beïnvloed. Het verschil was 2 (\pm 1) dagen in het voordeel van de luchtdichte verpakking bij 2°C en 4 (\pm 1) dagen bij 0°C. Met bestraalde monsters werden evenwel geen significante verschillen genoteerd. Deze vaststelling bevestigde trouwens de vorige resultaten (71).

Het verminderen van de opslagtemperatuur met slechts twee graden had een duidelijke invloed op de houdbaarheid van de garnalen, vooral wanneer werd bestraald. De score 3 (minimum acceptabele kwaliteit) werd 3-4 dagen later bereikt met niet-bestraalde monsters bewaard bij 0°C en 7 tot 14 dagen later wanneer werd bestraald.

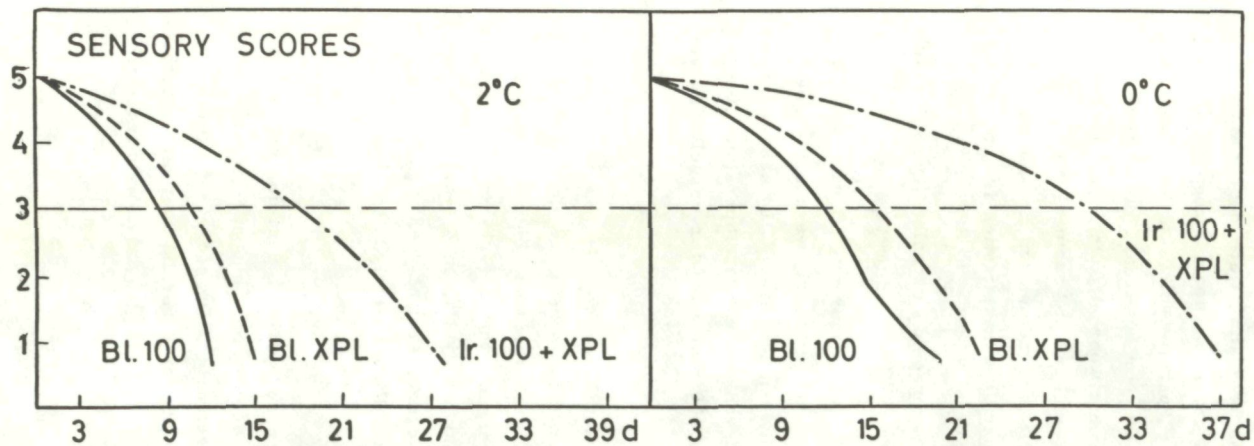


Fig. 10 - Organoleptische keuring (3e reeks).

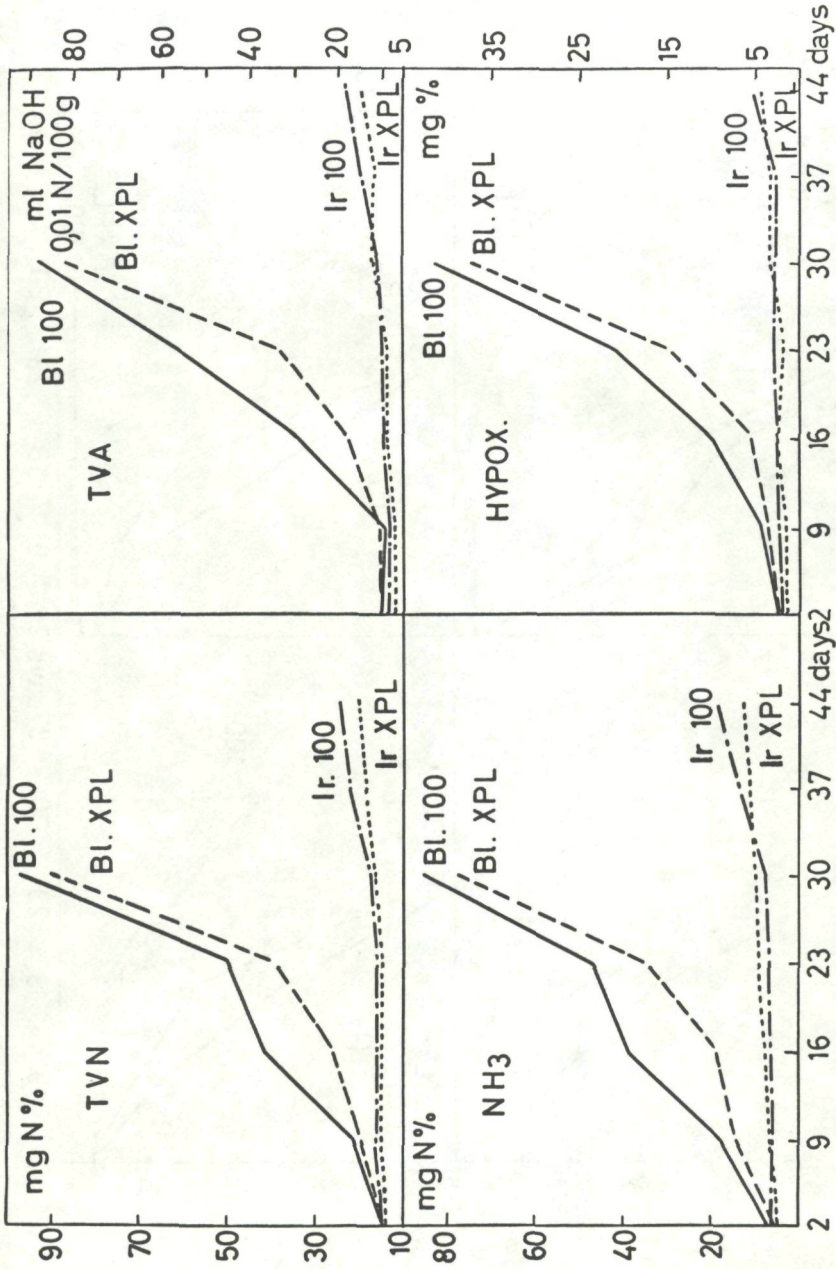


Fig. 11a - Chemische analyses (3e reeks - bewaartemperatuur 2° C).

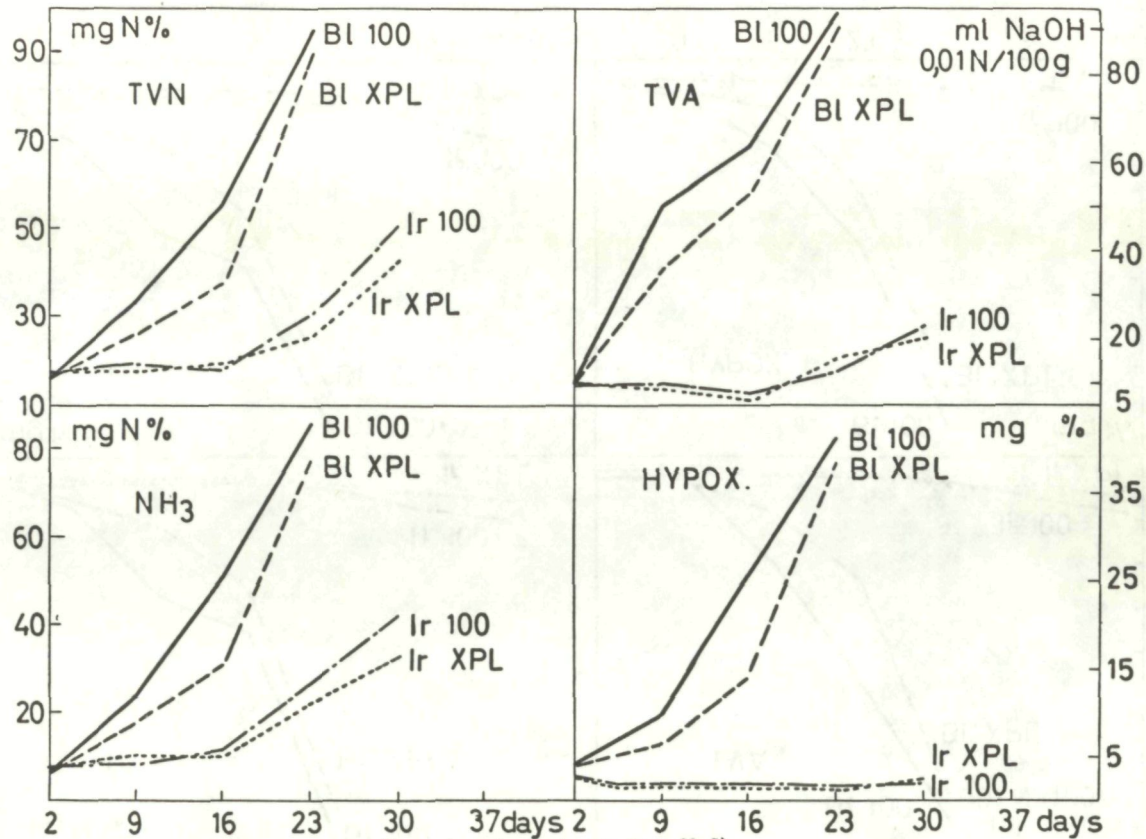


Fig. 11b - Chemische analyses (3e reeks - bewaartemperatuur 0° C).

Geradurizeerde monsters hadden een houdbaarheid van 18 (\pm 2) dagen wanneer bewaard bij 2°C en 30 (\pm 3) dagen bij 0°C. Niet bestraalde garnalen die in luchtdichte zakjes werden verpakt, bleven gedurende respectievelijk 10 (\pm 1) en 15 (\pm 1) dagen goed, hetgeen erop wijst dat de bestraling de houdbaarheid praktisch verdubbelde.

In de vorige testen (71) waar de 0,100 mm film eveneens werd gebruikt, werd een langere houdbaarheid genoteerd in het bijzonder voor niet-bestraalde garnalen die bij 2°C bewaard werden : 16 (\pm 2) dagen t. o. v. 8 in de hier besproken proeven. Met bestraalde specimens werd de score 3 na 23 (\pm 2) dagen t. o. v. 18 (\pm 2) dagen bereikt. Daar deze vorige testen praktisch onder dezelfde omstandigheden één jaar vroeger werden uitgevoerd, is de reden voor dit verschillend resultaat niet duidelijk. Dit kan waarschijnlijk te wijten zijn aan een biologische factor (bv. verschillend voedingspatroon van de garnalen) of aan een verschillende kooktemperatuur op zee, veroorzaakt door gewijzigde weersomstandigheden. Deze laatste factor werd reeds in een vorige publikatie benadrukt (70). Wat de reden ook zij, deze resultaten wijzen nogmaals op het feit dat de kwaliteit van de grondstof de houdbaarheid van bestraalde (en niet-bestraalde) garnalen sterk beïnvloedt en dat hiermede rekening dient gehouden te worden.

§ 2. Nederlandse proefnemingen.

De invloed van het pellen, van de toegepaste dosis, van de verpakking en van het synergistisch effect van het toevoegen van benzoëzuur werd in verscheidene reeksen proefnemingen bestudeerd (31) (33) (59).

De bestralingen werden uitgevoerd in het "Proefbedrijf voor Voedselbestraling" (Wageningen) met een Co-60 bron en een dosisdebiet van ongeveer 120 krad/uur.

A. Experimenten over de invloed van de toegepaste dosis en de verpakking.

Gepelde garnalen werden per 200 g als volgt verpakt :

- (a) in polystyreen schaaltes (12 x 16 x 2 cm) en gewikkeld in polyethyleen zakjes van 0,050 mm dikte ;
- (b) in polyethyleen zakjes (Hostaphan, dikte 0,105 mm).

Zoals met alle commerciële garnalen werd een kleine hoeveelheid benzoëzuur (0,4 %) toegevoegd. Zij werden met 0,50 en 100 krad bestraald en bij 4° C bewaard.

Alle monsters werden organoleptisch door een getraind paneel volgens een 9-puntenschaal gekeurd. De score 4 was de acceptabiliteitsgrens.

De gemiddelde houdbaarheid is in tabel 3 vermeld.

Tabel 3 - Houdbaarheid van garnalen verpakt in polystyreen schaaltes en onder vacuüm.

Verpakking	Bestralingsdosis (krad)	Houdbaarheid (dagen)
Polystyreen schaaltes	0	5,8
Polystyreen schaaltes	50	17,0
Polystyreen schaaltes	100	17,8
Vacuüm	0	5,4
Vacuüm	50	5,0
Vacuüm	100	2,6

De houdbaarheid van de garnalen was merkkelijk korter wanneer zij vacuümverpakt werden. De hoofdreden hiervoor was de zeer slechte textuur. De garnalen werden zeer snel droog en taai.

Vacuumverpakking bleek dan ook voor bestraalde garnalen niet geschikt te zijn.

De bestraling verlengde ongeveer driemaal de houdbaarheid van de aërobisch verpakte garnalen ; het verschil tussen de 50 en 100 krad dosissen was hierbij zeer klein.

B. Experimenten over de invloed van het pellen en de toevoeging van benzoëzuur.

Zoals in het vorig rapport werd vermeld (34), is de enige mogelijkheid in de huidige commerciële praktijk om verse garnalen een zekere tijd te bewaren het toevoegen van een conserveermiddel zoals benzoëzuur.

Nederlandse onderzoekers zijn van mening dat zelfs met radurisatie het gebruik van benzoëzuur waarschijnlijk niet volledig zou kunnen worden weggelaten (32). Het lijkt immers bijna onmogelijk om de totale hoeveelheid garnalen bij piekaanvoeren dezelfde dag te bestralen. In het bijzonder op week-ends zou het niet toevoegen van conserveermiddel problemen kunnen doen rijzen, zodat van een technologisch standpunt gezien het toevoegen van benzoëzuur bijna onvermijdelijk is.

Om deze reden werd de studie van de invloed van benzoëzuur in diverse reeksen proefnemingen met garnalen van verschillende visgronden opgenomen.

Wanneer benzoëzuur werd gebruikt, werd een mengsel van keukenzout en benzoëzuur toegevoegd in een verhouding 1 : 1. In deze gevallen kregen de blanco's dezelfde hoeveelheid zout.

Gepelde garnalen werden in polystyreen schaaltes verpakt en omwikkeld door polyethyleen folie (zie punt A). De ongepelde

garnalen werden alleen in polyethyleen zakjes verpakt.

De bestralingsdosis was 100 krad \pm 10 %. De garnalen werden bij 4° C bewaard.

De monsters werden organoleptisch gekeurd zoals beschreven in punt A.

De volgende chemische testen werden uitgevoerd : totale vluchtige basische stikstof (TVB), trimethylamine (TMA), ammoniak en hypoxanthine (Hx).

Microbiologische bepalingen werden uitgevoerd door de micro-organismen gedurende 7 dagen bij 15° C op het medium van Long en Hammer te kweken (68). De psychrofielen kunnen op dit medium groeien. Het was mogelijk zowel het aantal Moraxella, melkzuurbacteriën en Corynebacteriën, als de typische garnaalbederfers te bepalen.

1. Resultaten van de organoleptische keuringen.

Het gemiddelde van alle beschikbare data werd genomen (tabel 4). De invloed van de hoeveelheid benzoëzuur (HBe) werd afzonderlijk getest (tabel 5). De houdbaarheid werd in dagen bij \pm 4° C uitgedrukt.

Tabel 4 - Invloed van het pellen en van het toevoegen van benzoëzuur op de houdbaarheid van garnalen.

Behandeling	Gepeld	Ongepeld
0 krad	3,1	2,6
0 krad + 0,4 % HBe	9,6	7,2
100 krad	7,4	8,0
100 krad + 0,4 % HBe	17,1	12,3

Niet bestraalde garnalen werden meestal afgekeurd wegens de slechte geur, terwijl bij bestraalde garnalen eveneens de smaak in de meeste gevallen de score bepaalde.

Tabel 5 - Invloed van stijgende hoeveelheden benzoëzuur op de houdbaarheid.

Benzoëzuurgehalte	Houdbaarheid in dagen voor gepelde garnalen	
	0 krad	100 krad
0 % + 0,4 % NaCl	2,9	7,9
0,2 % + 0,4 % NaCl	6,3	10,4
0,4 % + 0,4 % NaCl	8,6	11,0
0,6 % + 0,4 % NaCl	10,0	16,0
0,8 % + 0,4 % NaCl	11,3	15,2
1,0 % + 0,4 % NaCl	14,6	11,3

In de meeste gevallen bepaalde de kleur de eindscore. In een kleiner aantal gevallen werd de laagste score gegeven wegens de slechte geur.

In het algemeen hadden de gepelde garnalen een langere houdbaarheid dan de ongepelde, en dit niettegenstaande de onderbreking van de koudeketting en een herbesmetting gedurende het pellen.

Het toevoegen van 0,4 % benzoëzuur verdriedubbelde ongeveer de houdbaarheid.

De invloed van de bestraling bij 100 krad was ongeveer even groot als het toevoegen van 0,4 % benzoëzuur.

Bestraling van garnalen die 0,4 % benzoëzuur bevatten, verviervoudigde de houdbaarheid, vergeleken met deze van onbehandelde garnalen.

Het gebruik van 0,4 % benzoëzuur resulteerde in een aanzienlijke verlenging van de houdbaarheid van bestraalde garnalen. Het toevoegen van meer zuur is niet aan te raden wegens de slechte kleur.

2. Resultaten van de chemische analyses.

De resultaten zijn in tabel 6 vermeld (kombinatie van stijgingssnelheid en bereikte niveau).

Tabel 6 - Invloed van het pellen en het toevoegen van benzoëzuur op de chemische analyses.

Behandeling	Gepeld				Ongepeld			
	TVB	NH ₃	TMA	Hx	TVB	NH ₃	TMA	Hx
0 krad	+++	+++	+++	++++	++++	++++	++++	++++
0 krad + 0,4 % HBe	++	++	0	0	+++	+++	+	++
100 krad	++	++	+	++	+++	+++	+	+
100 krad + 0,4 % HBe	+	+	0	0	+	+	0	+

Gedurende het bewaren van onbehandelde gepelde en ongepelde garnalen werden TVB, NH₃, TMA en Hx gevormd. De stijging van deze componenten was groter bij ongepelde garnalen.

Bestraling van onbehandelde garnalen (zonder benzoëzuur) had een negatieve invloed op de vorming van deze produkten, in het bijzonder op de TMA-vorming.

Het toevoegen van 0,4 % benzoëzuur had een negatieve invloed op de vorming van deze produkten. Ongepelde garnalen vormden helemaal geen TMA en Hx wanneer benzoëzuur werd toegevoegd. Dit was echter wel het geval bij gepelde garnalen.

Bestraling van gepelde garnalen met 0,4 % benzoëzuur had een negatieve invloed op de vorming van deze produkten en dit volgens hetzelfde patroon als voor garnalen die alleen met benzoëzuur werden behandeld. Het niveau bleef evenwel lager.

Bestraalde ongepelde garnalen met benzoëzuur vormden evenmin TMA.

Benzoëzuur had meer effect op gepelde dan op ongepelde niet-bestraalde garnalen. Wanneer wordt aangenomen dat de enzymatische activiteit nul is daar de garnalen werden gekookt, zou de enige reden voor de vorming van Hx de activiteit van de bacteriën zijn die Hx kunnen produceren. Een andere aanwijzing voor de juistheid van deze interpretatie is het feit dat Hx nauwelijks gevormd wordt wanneer benzoëzuur werd toegevoegd.

3. Resultaten van de microbiologische analyses.

De meest in het oog springende resultaten bij het overschrijden van de acceptabiliteitsgrens werden in tabel 7 opgenomen.

Onbehandelde gepelde of ongepelde garnalen bevatten geen Moraxella of melkzuurbacteriën en Corynebacteriën op het einde van de bewaarperiode, maar praktisch alleen typische garnalenbedervers.

Wanneer benzoëzuur bij niet bestraalde garnalen, zowel gepeld als ongepeld, werd toegevoegd, werden minder garnalenbedervers en meer Moraxella, melkzuurbacteriën en Corynebacteriën gevonden.

Tabel 7 - Invloed van het pellen en het toevoegen van benzoëzuur op de microbiologische analyses.

Behandeling	Gepeld			Ongepeld		
	Moraxella	Garnalen-bedervers	Melkzuurbacteriën	Moraxella	Garnalen-bedervers	Melkzuurbacteriën
0 krad	0	+++	0	0	+++	0
0 krad + 0,4 % HBe	+	++	++	+	++	+
100 krad	++++	0	0	++++	0	0
100 krad + 0,4 % HBe	+++	0	++	+++	0	+

Bestraalde garnalen bevatten praktisch alleen Moraxella en soms melkzuurbacteriën en Corynebacteriën wanneer benzoëzuur werd gebruikt. Wanneer geen benzoëzuur aanwezig was, kon alleen Moraxella worden gevonden. In deze gevallen waren de garnalenbederfers afwezig.

Hoofdstuk II - Wholesomeness van bestraalde garnalen.

De wholesomeness van bestraalde garnalen is een absolute voorwaarde vooraleer mogelijke commerciële toepassingen kunnen worden overwogen. In dit verband moet een onderscheid worden gemaakt tussen de microbiologische veiligheid en de algemene toxicologische aspecten die uit voedertesten met dieren resulteren. Daar bestraalde garnalen daarenboven bijzondere controlemaatregelen kunnen vereisen (bv. in verband met de lage bewaartemperatuur), moet ook aandacht worden besteed aan het analytisch probleem van de detectie van de bestraling.

§ 1. Microbiologische veiligheid.

Wegens de specifieke invloed van de bestraling op de microflora werd het probleem Clostridium botulinum en de aanwezigheid van andere potentiële pathogenen afzonderlijk behandeld.

A. Clostridium botulinum.

Alhoewel de aanwezigheid van Cl. botulinum in garnalen tot nog toe niet werd gemeld, dient dit probleem niet verwaarloosd te worden. Het botulisme biedt inderdaad moeilijkheden met vele zeeprodukten, vooral wanneer zij in kustwateren worden gevangen. Daarenboven mag niet uit het oog verloren worden, dat de meeste garnalen niet meer verwarmd worden voor verbruik.

In een recent overzicht bespreekt Hannesson (26) de mogelijke risico's die met Cl. botulinum in geradurizeerde visserijproducten kunnen voorkomen.

Cl. botulinum is een sporevormende bacterie die aan de basis ligt van een ernstig type voedselvergiftiging die als botulisme bekend staat. Alhoewel dit geen veel voorkomende ziekte is,

baart het bijzondere zorgen wegens zijn hoog sterftecijfer. Botulisme is geen infectie door Cl. botulinum, maar een intoxicatie door een sterk neurotoxine die door bepaalde stammen van het organisme gedurende zijn vegetatieve groei wordt vrijgesteld. Er moet worden onderstreept dat de sporen van Cl. botulinum, die in de natuur veelvuldig voorkomen (aanduidingen voor hun zeer verspreid voorkomen werden in bodems en sedimenten van zoetwateren en kustwateren gevonden), geen toxine produceren. Het is alleen wanneer deze sporen ontkiemen dat een risico ontstaat ; de gevormde toxine is in dit geval uiterst krachtig.

Een aantal genotypes van Cl. botulinum werden geïdentificeerd ; hiervan veroorzaken type A, type B, type E en type F botulisme bij de mens (type C en D worden vernoemd i. v. m. botulisme bij dieren). Deze verschillende types hebben verschillende eigenschappen wat betreft de voorwaarden onder dewelke zij kunnen groeien en de toxine produceren. Hun toxinen hebben verder enige variërende eigenschappen in het bijzonder wat betreft hun relatieve stabiliteit wanneer zij verhit worden ; in ieder geval is doeltreffend koken voldoende om de toxine te inactiveren.

Wegens het feit dat de sporen van Cl. botulinum slechts onder tamelijk specifieke voorwaarden kunnen ontkiemen en dat de toxine tamelijk gemakkelijk door verhitten vernietigd wordt, is het botulisme gelukkiglijk een eerder zeldzaam fenomeen ; de voorwaarden onder dewelke voedingswaren én in de distributiesector behandeld worden én verbruikt worden sluiten eerder het risico uit. Besmetting van verse levensmiddelen is onbelangrijk daar het organisme in de sporevorm aanwezig is. In halfkonserven zal het alleen groeien in afwezigheid van zuurstof en het zal niet ontkiemen of groeien in sterk zuur milieu (pH 4 of hoger). Indien het zoutgehalte 8 % of meer bedraagt, hetgeen het geval is in vele verwerkte producten, zullen de sporen evenmin ontkiemen. Daarenboven kunnen

de meeste types van Cl. botulinum niet groeien en toxine produceren bij koelkamertemperaturen.

Het is in verband met dit laatste feit dat Cl. botulinum type E zorgen baart met betrekking tot de radurizatie van visserijprodukten, omdat gerapporteerd werd dat type E kan groeien en toxine produceren bij temperaturen tot $3,3^{\circ} \text{C}$ (20). De temperatuurkontrolle in de distributiesektor van visserijprodukten en in de huishoudkoelkasten is gewoonlijk niet efficiënt genoeg om alle mogelijkheden uit te sluiten dat zeeprodukten deze temperatuur zouden bereiken vóór konsumptie. Type E is van bijzonder belang voor vis en andere zeeprodukten en verschillende botulisme-gevallen worden in verband gebracht met het verbruik van gerookte of onvoldoende gekookte vis in Noord-Amerika, Japan en Skandinavië.

In vis en andere zeeprodukten wordt het meest type E aangetroffen, alhoewel A, D en F ook aanwezig kunnen zijn (60). Type E is ruim verspreid in vis (en het mariene milieu in het algemeen) in West-Europa, Rusland, Noord-Amerika en Japan (4) (14) (37) (58) (60) (73). Uiteenlopende milieuverschillen werden gevonden. In de Baltische zee zijn vis en zeesedimenten algemeen besmet (37). In de Noordzee (rond Groot-Brittannië) werd Cl. botulinum type B (niet-proteolytisch) in 15 van 429 monsters van zeesedimenten afkomstig van 143 plaatsen aangetroffen (11); types E en F werden alleen in twee gevallen genoteerd, alhoewel veel organismen type E in haring afkomstig van Noorse visgronden en in Groot-Brittannië aangevoerd, werden gevonden. Het aantal sporen bedroeg hierbij ongeveer één per 16 g vis of minder (10). Goldblith en Nickerson (23) rapporteerden een waarde van 17 sporen per 100 g in commerciële schelvisfilets in de Verenigde Staten. In een studie door het Torrey Research Station op 600 monsters verpakte vis (hoofdzakelijk diepgevroren verkocht) uitgevoerd, werd Cl. botulinum in vijf monsters aangetroffen (10).

Er werd duidelijk aangetoond dat de radiopasteurizatie de sporen van Cl. botulinum niet elimineert wanneer deze aanwezig zijn. De vraag kan dan ook worden gesteld of de radurizatie het botulismegevaar groter of kleiner maakt. Om een antwoord op deze vraag te kunnen geven, werd vooral in Groot-Brittannië en in de Verenigde Staten een groot aantal proeven verricht. Het doel hiervan was factoren zoals bestralingsdosis, vissoort, bewaarduur en -temperatuur en diverse besmettingsdosissen van Cl. botulinum te bestuderen.

In Groot-Brittannië had het werk betrekking op factoren die de toxineproductie in haring, kippers, schelvis, gerookte schelvis, St.-Jacobschelpen, kabeljauw, schol en onlangs ook voorverpakte visserijprodukten beïnvloeden. Deze studies hebben aangetoond dat er een verband bestaat tussen de toxinevorming, de besmettingsgraad en de bewaartemperatuur.

Er waren aanzienlijke schommelingen in toxineproductie in verschillende soorten en zelfs in vissen van dezelfde soort Cann et al. (9) duiden aldus aan dat in kabeljauw en schol de toxinevorming sneller in het bestraalde produkt doorgaat, maar dat in haring de toxineproductie zowel in de bestraalde, als in de onbestraalde monsters plaats greep. Wanneer echter de toxineproductie gestart was, ging dit voor een bepaald aantal sporen vlugger en intenser door in de bestraalde haring ; in kabeljauw werd geen verschil gevonden.

Wat er ook van zij , de toxineproductie wordt sterk beïnvloed door het aanvankelijk aantal sporen in het bijzonder wanneer het niveau beneden de 1000 per g ligt. Deze verschillen komen bij bewaartemperaturen beneden de 10° C sterker tot uiting (8) (28) (29) (61). De tijd nodig voor de toxineproductie met een inenting van 1 spoor per gram is ook duidelijk groter dan met 10 sporen per gram (28). Er moet worden benadrukt dat de toxineproductie regel-

matig doorging in met 0,3 Mrad bestraalde schelvis met een gehalte zo laag als 1 spore per gram (28).

Het voornaamste besluit in verband met het risico voor botulisme type E, D en F is dat op voorwaarde dat de bewaar-temperatuur van de visserijprodukten bestraald met dosissen tot 0,3 Mrad rond 3-4° C kan worden gehouden tot dat zij verbruikt worden, er weinig gevaar voor toxinevorming blijkt te zijn vóór de vis een gevorderd bederfstadium heeft bereikt.

B. Andere pathogene micro-organismen.

Tijdens een studie over de inactivering door bestraling van pathogene micro-organismen in visserijprodukten (krabbenvlees, garnalenvlees, oestervlees en zalm) vergeleken met het effect in bouillon, vonden Anderson (3) en Quinn et al. (57) dat er op het einde van de overlevingskurven in zeeprodukten "staartvorming" optrad, hetgeen erop wees dat de bestralingsresistentie van de geteste bacteriën in visserijprodukten sterker werd.

De bestudeerde potentiële pathogenen waren verschillende Salmonellasoorten, Shigellasoorten, Escherichia coli, Streptococcus faecalis, Streptococcus pyogenes, Staphylococcus aureus, Proteus vulgaris enz.

De Shigellasoorten, E. coli en P. vulgaris werden bij dosissen van 0,1 tot 0,25 Mrad, afhankelijk van het visserijprodukt, geëlimineerd. Alle Salmonellae werden na bestraling met 0,3 Mrad teruggevonden en de meeste vertoonden het staartvormingseffect, Str. faecalis werd tot 0,5 Mrad teruggevonden en Str. pyogenes en Staph. aureus tot 0,3 - 0,5 Mrad. Buiten Staph. aureus en Str. pyogenes waren S. typhosa, S. paratyphi B, S. wichita en S. cholerasuis de meest resistente organismen. Het staartvormingseffect werd niet genoteerd wanneer deze organismen in bouillon werden bestraald.

De bestralingsresistentie van Vibrio parahaemolyticus werd zeer laag bevonden (46). Dit organisme blijkt dan ook geen probleem in geradurizeerde visserijproducten te veroorzaken.

In Nederland en in Duitsland (B.R.) werden het voorkomen en de bestralingsresistentie van verschillende pathogenen op Crangon vulgaris bestudeerd.

Tabel 8 resumeert de resultaten van Schothorst (68). De garnalen werden respectievelijk met 150 en 300 krad bestraald en gedurende 3-4 dagen bij 4° C bewaard.

Tabel 8 - Invloed van de bestraling op pathogenen in garnalen (68).

	Vbbr opslag			Na 3-4 dagen opslag (4° C)		
	0 krad	150 krad	300 krad	0 krad	150 krad	300 krad
Enterobacteriaceae in 0,1 g (37° C)	7/7(a)	0/7	0/7	7/7	0/7	0/7
Faecale streptococci in 0,1 g	6/7	0/7	0/7	-	-	-
Salmonellae in 20 g	0/7	0/7	0/7	-	-	-
St. aureus in 0,1 g	14/21	0/21	0/21	5/14	0/14	0/14
B. cereus in 0,1 g	0/7	0/7	0/7	-	-	-
Cl. perfringens in 0,1 g	0/21	2/21	2/21	1/14	2/14	1/14
V. parahaemolyticus in 0,1 g	0/7	0/7	0/7	-	-	-

(a) 7/7 = 7 van de 7 bepalingen positief.

Enterobacteriaceae, faecale Streptococci en St. aureus werden door bestraling uitgeschakeld. St. aureus staat bekend tamen-

lijk bestralingsresistent te zijn, maar de eliminatie kan wellicht verklaard worden door het zeer laag aantal organismen die oorspronkelijk aanwezig waren.

Münzner (50) behandelde garnalen van de Duitse Noordzee met X-stralen (100 krad), vóór en na het pellen, Blanco's bleven onbehandeld of er werd benzoëzuur aan toegevoegd (tabel 9).

Tabel 9 - Totaal aantal bacteriën, Staphylococcen, Enterococcen en Enteriobacteriaceae per g (50).

<u>A. Ongepelde en gepelde onbehandelde garnalen (ca 10 uur na de vangst)</u>					
	Totaal aantal (20°C)	Totaal aantal (37°C)	Staphyl.	Enteroc.	Enterobact.

Ongepeld	4,2x10 ⁴	1,0x10 ⁴	3,6x10 ³	3,5x10 ²	3,7x10 ³
Gepeld	4,9x10 ⁴	2,4x10 ⁴	4,0x10 ³	3,3x10 ²	5,6x10 ²
<u>B. Garnalen gepeld na toevoegen van benzoëzuur of bestraling (ca 34 uur na de vangst.)</u>					
	Totaal aantal (20°C)	Totaal aantal (37°C)	Staphyl.	Enteroc.	Enterobact.

Onbehandeld	1,8x10 ⁵	1,1x10 ⁵	5,8x10 ⁴	4,5x10 ⁴	1,7x10 ³
Met benzoë- zuur	1,1x10 ⁵	5,8x10 ⁴	3,2x10 ⁴	8,9x10 ³	3,5x10 ³
Bestraald	7,2x10 ⁴	8,6x10 ⁴	2,7x10 ⁴	2,7x10 ⁴	1,1x10 ⁴
<u>C. Garnalen bestraald na het pellen, met of zonder bestraling van de grondstof (ca 35-40 uur na de vangst.)</u>					
	Totaal aantal (20°C)	Totaal aantal (37°C)	Staphyl.	Enteroc.	Enterobact.

Bestraald al- leen na pel- len	1,7x10 ³	1,5x10 ³	8,0x10 ²	<100	<100
Bestraald voor en na het pellen	5,7x10 ³	3,5x10 ³	9,8x10 ²	<100	<100

De beste resultaten werden bekomen wanneer de garnalen na het pellen werden bestraald. Het totaal aantal bacteriën en het aantal Staphylococcen, Enterococcen en Enterobacteriaceae werd tenminste honderdmaal verminderd. Dubbele bestraling (vbbr en na het pellen) beïnvloedde deze cijfers niet wezenlijk.

Het algemeen besluit van zowel de Nederlandse, als de Duitse experimenten is dat de radurizatie de hygiënische kwaliteit van de garnalen verbetert.

§ 2. Toxicologische aspecten.

Toxicologische testen werden in Nederland op Crangon vulgaris uitgevoerd (65). Zeven groepen van telkens tien mannetjes- en wijfjesratten kregen gedurende 90 dagen hetzij een standaarddieet, hetzij dieeten die niet-bestraalde garnalen of garnalen die met 150 krad of 300 krad bestraald werden, bevatten. Hierbij werd telkens een niveau van 2, 8 of 28 % op een drooggewichtbasis genomen.

A. Voedselopname en groei.

Het gewicht verbruikt voedsel steeg wanneer het gehalte aan garnalen in het dieet werd vermeerderd. Dit kon gedeeltelijk worden verklaard door het feit dat het watergehalte van het dieet veel hoger was wanneer verse garnalen, met een watergehalte van 80 %, werden gefncorporeerd. De voedselopname van de mannetjes en wijfjes die 28 % garnalen in het dieet ontvingen, was echter zowat twee à driemaal hoger dan deze van de controlegroep.

Een directe vergelijking van de voedselopnamen was onmogelijk daar de verdamping van water uit de dieeten niet werd bepaald. In sommige gevallen was de voedselopname van de dieren die 300 krad-garnalen verbruikten hoger dan deze van de dieren die niet-bestraalde garnalen kregen. De groei van de dieren was ook

groter wanneer garnalen aan het dieet waren toegevoegd, uitgenomen in het geval van de mannetjes van de groep die 28 % niet-bestraalde garnalen kregen.

B. Hematologische en biochemische studies.

Er waren weinig significante verschillen in hematologische parameters en zij waren verspreid over alle testgroepen. Het was duidelijk dat deze verschillen niets te maken hadden met het toedienen van niet-bestraalde of bestraalde garnalen. Er waren geen wezenlijke verschillen in serum- glutaminezuur- pyrodruivenzuur-transaminase-aktiviteit tussen de groepen.

C. Orgaangewichten.

Het toevoegen van 28 % garnalen aan het dieet veroorzaakte een gewichtsverhoging van de lever, de nieren en de ovaria uitgedrukt in een percentage van het lichaamsgewicht. Het gewicht van de thymus steeg in de mannelijke, maar daalde in de vrouwelijke dieren. Bij de mannetjes werd een daling van het hartgewicht vastgesteld. Het toevoegen van 28 % 300 krad garnalen deed het relatief gewicht van de milt in mannetjes en wijfjes dalen, doch dit was ook het geval in de dieren die 2,8 % niet-bestraalde garnalen ontvingen. Daarenboven verminderde het gewicht van de testen in dieren die met 28 % 300-krad garnalen gevoederd werden. De invloed op het relatief gewicht van de hersenen was waarschijnlijk te wijten aan de stijging van het lichaamsgewicht, aangezien het gewicht van de hersenen relatief stabiel is terwijl het lichaamsgewicht varieert. De andere significante verschillen waren hoogstwaarschijnlijk niet te wijten aan de toediening van bestraalde garnalen.

D. Histopathologie.

De resultaten van de histopathologische studies van de diverse organen toonden geen veranderingen aan die zouden kunnen aan het toedienen van onbestraalde of bestraalde garnalen toe te schrijven zijn, uitgezonderd in de lever. De voornaamste bevinding in de andere organen was perivasculaire "cuffing" in de longen, maar dit verschijnsel, zoals de minder gewone pathologische veranderingen, kwam niet meer voor in de testgroepen dan in de kontrolegroepen. In de lever echter werd vacuolisatie aan de perifeer van de leverlobulus vastgesteld in dieren die 28 % onbestraalde of 300 krad-garnalen ontvingen.

De vacuolisatiegraad was onafhankelijk van de bestraling. Bij een lagere hoeveelheid garnalen was de vacuolisatie groter in de mannelijke dan in de vrouwelijke dieren.

Het algemeen besluit van deze studie was dat de vastgestelde veranderingen niet ernstiger of frekwenter met bestraalde dan met onbestraalde garnalen voorkwamen, zelfs wanneer 28 % garnalen (drooggewichtbasis) in het dieet voorkwamen. Er waren geen aanduidingen dat de wholesomeness van garnalen door bestraling zou dalen.

§ 3. Detectie van de bestraling.

Door Adriaanse (1) werd een methode ontworpen om lage dosissen gammabestraling in gekookte garnalen door disc-electroforese te detecteren.

De garnalen worden met een op pH 7,4 gestelde natriumchloride-oplossing (5 %) gehomogeniseerd. De homogenaat wordt afgecentrifugeerd, gedialyseerd ten opzichte van water en gelyophiliseerd. Disc-electroforese wordt dan bij 3 mA op het gevries-

droogde monster, dat in een buffer van pH 8,3 werd opgelost, toegepast. De elektroforese is in 45 min beëindigd. Na het kleuren van de banden worden deze ten opzichte van de bromofenolband die als 1 werd genomen, gerefereerd.

Geen markante veranderingen te wijten aan de kookmethode van de garnalen werden in de elektroferogrammen genoteerd. De bestraling had een aantal duidelijke effecten op de banden van de met zoutoplossing geëxtraheerde eiwitten van gekookte garnalen (fig. 12) ; over het algemeen veranderde het beeld geleidelijk met stijgende dosis. Van links naar rechts op fig. 12 (van 0 naar 300 krad) kan worden opgemerkt dat de sterke 0,43-band dissocieert en dat de 0,45-band verdwijnt. Het 50-krad monster vertoont een "intermediair" triplet, terwijl de 0,43-band niet sterk werd beïnvloed en de 0,39-band reeds verschijnt. De 100- en 300-krad monsters vertonen een duidelijk triplet. Het triplet met mobiliteiten 0,51 - 0,55 - 0,60 verdwijnt eveneens traag. Het 50-krad monster vertoont alleen één duidelijke band die nog aanwezig is in het 100-krad monster, maar niet langer in het 300-krad monster.

Daarenboven verschijnt een nieuwe door bestraling geïnduceerde band (0,73) wanneer de dosis stijgt. Het triplet 0,82 - 0,84 - 0,89 blijft even intens in het gebied 0-100 krad ; in het 300 krad monster is de 0,82-band verdwenen.

Daar er tijdens langdurige opslag bederf van de garnalen door Pseudomonas te verwachten was en later ook werd aangetoond, werd de invloed van de enzymen met proteolytische activiteit die door deze micro-organismen worden geproduceerd, op de eiwitbanden van de elektroferogrammen onderzocht. Er bleek dat het eerst vermelde triplet (0,36 - 0,39 - 0,43) gedurende de opslag wordt gevormd ; na 5 dagen was het even intens als na behandeling met 100 krad. De overige waargenomen invloeden bleken voor bestraling karakteristiek te zijn en werden in een reeks monsters af-

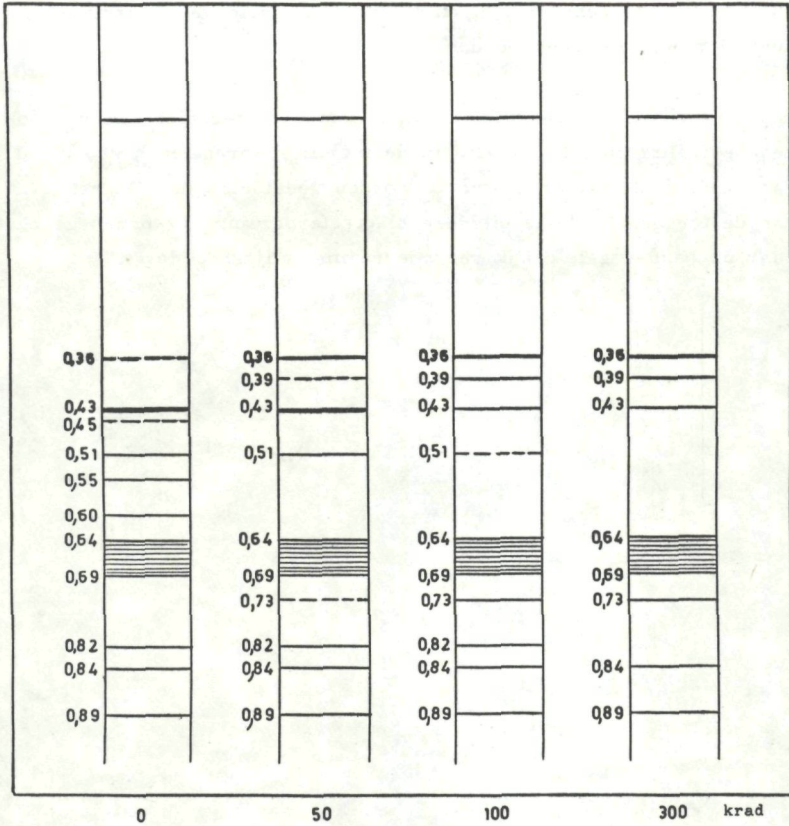


Fig. 12 - Elektroferogrammen van met zout geëxtraheerde eiwitten van garnalen bestraald met diverse dosissen (stippellijnen geven banden met zwakke intensiteit weer) (1).

komstig van verschillende partijen in afwezigheid van onbestraalde controlemonsters aangetoond.

Door gebruik te maken van deze techniek kan dan ook een bestraling met lage dosis in de mobiliteitsgrenzen 0,50 - 0,90 van de disc-electroferogrammen worden gedetecteerd. Daarenboven kan de toegepaste dosis uit deze electroferogrammen worden geschat, daar de banden geleidelijk veranderen met stijgende dosis.

Hoofdstuk III - Technologie van het bestralen van garnalen.

Indien als algemeen principe wordt gesteld, dat het gekozen type bestralingsbron en de bestralingsinstallatie in verhouding moeten zijn tot de beoogde toepassing, dan is het eveneens van belang dat bij het bepalen van de keuze van bron en installatie rekening wordt gehouden met de technologische ontwikkeling van de respectievelijke procédés die in aanmerking komen. In dit verband valt aan te stippen, dat de jongste jaren een relatief grotere ontwikkeling in de sector van de elektronenversnellers werd vastgesteld dan in de sector van de gammabestralers (24) (52) (54). Als reden zou het verschil in aantal bereikte industriële toepassingsgebieden kunnen worden opgegeven. De X-stralenapparatuur is minder algemeen ontwikkeld, doch werd meer specifiek in de sector van de bestraling van visserijprodukten bestudeerd (30).

Als basisprincipes die de optie voor een of andere bestralingsvorm beïnvloeden, gelden in de eerste plaats de fysische kenmerken van de straling en industriële kenmerken van de bestralingsinstallatie en in de tweede plaats het te bestralen produkt en de industriële kenmerken van het procédé.

Meer in het bijzonder zijn volgende factoren te onderscheiden :

1) De fysische kenmerken van de straling.

Deze kenmerken omvatten :

- de aard van de straling, nl. gammastralen, X-stralen of elektronen ;
- de energie, die relatief laag is voor isotopenbronnen, maar een hoog penetratievermogen heeft en die afhankelijk is van de gebruikte machines voor X-stralen en elektronen ; het penetratievermogen

- is in ieder geval kleiner voor elektronen ;
- het dosis-debiet, d. w. z. de snelheid waarbij een bepaalde dosis wordt toegediend en de opwarming tijdens de bestraling is verschillend voor gammastralen en elektronen.

2) De industriële kenmerken van de bestralingsinstallatie.

Deze kenmerken hebben betrekking op :

- de beschikbaarheid op een voldoende ontwikkeld industrieel niveau, waarbij dan elementen een rol spelen als : efficiëntie ; mogelijke optimalisatie ; soepelheid in gebruik (mogelijke behandeling van verschillende produkten) ; kosten voor onderhoud en controle en vervanging van wisselstukken (elektronen en X-stralen) of bijvulling (radioisotopen) ;
- het bedrag van de investering en exploitatiekosten ;
- de faciliteiten voor integratie in de produktielijn.

3) De kenmerken van het produkt.

Ten aanzien van het produkt moet rekening worden gehouden met :

- de densiteit (aanpassing van laagdikte) ;
- de homogeniteit van de samenstelling, verpakking inbegrepen ;
- de afmetingen, d. w. z. de wijze van industriële verhandeling (los gestort of verpakt) ; grote of kleine containers ;
- de verpakking (metaal, karton, plastic e. a.) ;
- de gevoeligheid voor mechanische beschadiging (aanpassing aan transportsysteem) ;
- de gevoeligheid voor opwarming.

4) De industriële kenmerken van het procédé :

Deze kenmerken zijn :

- de beschikbaarheid van het produkt over gans het jaar ;
- de gelijkmatigheid van de werkverdeling ;
- de omvang van de jaarlijkse produktie in verhouding tot de nodige dosis.

Met betrekking tot deze verschillende elementen is het mogelijk drie systemen voor bestraling van garnalen te weerhouden en dit onder de voorwaarden die in onderhavige studie worden uiteengezet. De principiële technische beperkingen van ieder type bestralingsbron worden hier samengevat.

1. Gammastralingsbronnen.

De Co-60 installaties zijn ongetwijfeld het sterkst geëvolueerd in de sector van de voedselbestraling. Cs-137 zou volgens de huidige vooruitzichten bepaalde, zij het zeer geringe voordelen bieden (5) (18) ; het praktische gebruik is echter nog afhankelijk van de verdere ontwikkeling van de industriële konditionering van de bronnen (21). Cs-137 heeft bepaald een voordeel als het gaat over mobiele installaties.

Met gammabestralingsbronnen rijst geen probleem voor de bestraling van het produkt in containers van normaal gebruik, zoals bij de kostprijsberekening zal worden voorgesteld. Dit geldt zowel voor containers met ongepelde, als voor containers met voorverpakte en gepelde garnalen. Ook een combinatie met visfilets is mogelijk.

2. X-stralenapparaten.

Volgens de recente ontwikkelingen zou de mogelijkheid van bestraling bestaan voor produktiekapaciteiten tot 3-3,5 ton per uur.

Zowel ongepelde, als gepelde garnalen en visfilets zouden samen in eenzelfde installatie kunnen worden behandeld.

De X-stralenapparatuur ontwikkelt zich vooral als een techniek voor bestraling aan boord (30).

3. Elektronenversnellers.

Twee types moeten worden onderscheiden.

In de eerste plaats zijn er de versnellers van het directe type (energie van 3-5 MeV). Enkel verpakte en gepelde garnalen (eventueel visfilets), bij een maximale laag van 1 cm bij een eenzijdige bestraling en 3 cm bij een dubbelzijdige bestraling kunnen met deze apparaten als praktisch mogelijk worden beschouwd.

Het andere type zijn de versnellers van het indirecte type of lineaire versnellers (energie tot 10 MeV). Alleen verpakte en gepelde garnalen (en visfilets) komen praktisch in aanmerking. Voor een 10 MeV bestraler mag de laagdikte echter 3 cm bedragen bij een eenzijdige bestraling of 8 cm bij een tweezijdige bestraling (7).

Behalve deze technische beschouwingen kan nog worden opgemerkt, dat, op basis van vroegere evaluaties (6) en toegepast onder industriële voorwaarden die in hoofdstuk IV worden bepaald, de bestraling met een lineaire elektronenversneller op grond van een kostprijsvergelijking slechts boven Co-60 bestraling zou te verkiezen zijn bij een werkregime dat in de drukste periode een 8 uur per dag prestatie voorziet (15). Uit onderhavige studie zal ook blijken, dat dit ook kan gelden voor zone II bij toepassing van een tweeploegenstelsel gedurende de topmaand.

Indien anderzijds wordt gesteund op de verkoop- en verhandelingsgewoonten in de verschillende zones die verder zullen worden onderscheiden, dan blijkt dat elektronenversnellers eerder aangewezen zouden zijn in de zones III en IV waar 90 % van de verwerkte produkten uit gepelde garnalen bestaan. Zone I zou daarentegen meer aangewezen zijn op gammabestraling, vermits slechts 20 % gepelde garnalen worden verwerkt.

Deze vaststelling - en ook de vorige elementen - zijn belangrijke factoren waarmede bij het uitwerken van een projekt voor piloot-onderzoek rekening moet worden gehouden.

In het huidig ontwikkelingsstadium van de bestralingstechniek is het nog niet uitgemaakt welke van de drie genoemde methodes voor bestraling, globaal gezien, de voorkeur zouden genieten. Bovengenoemde aanduidingen zijn echter bruikbaar bij het bepalen van het technisch concept van een piloot-installatie.

De precisering van de methodiek van de conservering zelf, nl. juiste dosis, toegelaten afwijking op de dosis, juiste type verpakking, temperatuureisen enz. moet de vorige elementen aanvullen.

Verder is er de lokalizing die niet alleen voor het economisch, doch ook voor het technisch aspect zeer belangrijk is.

En er is tenslotte het organisatorisch element dat de studie van een ontwerp voor piloot-onderzoek moet vervolledigen.

Hoofdstuk IV - Economische aspecten van de bestraling van garnalen.

De economische aspecten van de toepassing van de bestralingstechniek op garnalen worden enkel vanuit het oogpunt van de kosten benaderd. Deze kostprijsberekening loopt in wezen uit op het probleem van de te bestralen hoeveelheid, waarbij echter een achtergrondinformatie over de garnalenvisserij en -markt wel noodzakelijk is.

§ 1. Garnalenvisserij en -markt in de EEG.

De achtergrondinformatie over de garnalenvisserij en -markt in de EEG beoogt een inzicht te geven in het productieapparaat (vloot), de productie (aanvoer) en de binnen- en buitenlandse handel. De vloot en de aanvoer worden als indices voor de te bestralen hoeveelheid aangezien, terwijl de gegevens over de binnenlandse en buitenlandse handel een beeld ophangen van de mogelijke omvang van de handel in bestraalde ongepelde en gepelde garnalen. De data over de buitenlandse handel tonen echter eveneens de noodzaak aan van een geharmoniseerde toelaatbaarheidsprocedure.

Ten aanzien van het statistisch materiaal werd de periode 1970-74 in aanmerking genomen. Het jaar 1969, eindjaar van de vorige studie, werd als toelichting vermeld.

Vermits sedert het verschijnen van de studie, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk lid van de EEG zijn geworden, worden eveneens enkele beschouwingen aan deze landen gewijd. Er zal echter blijken dat de kostprijsberekening beperkt kan blijven tot de in de vorige studie afgebakende zones.

De economische indices over de garnalenvisserij en -markt worden vanuit een dubbel oogpunt weergegeven, nl. voor de EEG als geheel en voor de lid-staten afzonderlijk.

A. Europese Economische Gemeenschap.

De garnalenvisserij is een typische bedrijvigheid van de kustvisserij en heeft aldus een groot preidingsgebied, hetgeen betekent dat de aanvoer sterk gedecentraliseerd is.

Deze visserij wordt uiteraard met eerder kleine vaartuigen (130-175 pk) beoefend.

Er moet echter worden aangestipt, dat de jongste jaren, de modernisering van de vloot is toegenomen. Oudere schepen werden door moderne en vaak grotere vaartuigen vervangen, groter motorvermogen werd in de vaartuigen ingebouwd en de visserij- en de verwerkingsuitrusting aan boord werden rationeler opgevat.

De wereldaanvoer van garnalen is in hoofdzaak in de landen van de EEG geconcentreerd, nl. voor ca 90 %.

De aanvoer van garnalen in de EEG bedroeg in de jaren 1970-74 gemiddeld 18,4 mln kg voor een waarde van 15,1 mln Eur of een gemiddelde prijs van 0,82 Eur per kg (tabel 10).

In de periode 1970-74 kende de aanvoer een inzinking in de jaren 1971 en 1972 (respektievelijk tot 16,1 mln kg en 16,3 mln kg). Na 1972 nam de aanvoer opnieuw toe om in 1974 een cijfer van 20,4 mln kg te bereiken.

Tabel 10 - Aanvoer, opbrengst en gemiddelde prijs van garnalen in de EEG, 1969-74 (a).

Landen	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1970-74
Aanvoer (mln kg)							
België	1,4	1,4	0,9	0,9	1,6	1,3	1,2
Denemarken	0,2	.	.	.	0,1	0,2	0,1
Duitsland (B.R.)	8,7	9,7	6,7	7,7	6,7	9,4	8,0
Frankrijk	2,3	2,3	2,7	2,5	2,4	1,7	2,3
Nederland	6,8	7,1	4,2	3,9	5,1	6,1	5,3
Verenigd Koninkrijk	1,3	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7	1,5
Totaal	20,7	21,9	16,1	16,3	17,4	20,4	18,4
Opbrengst (1000 Eur)							
België	1.032	1.048	960	995	1.612	1.620	1.247
Denemarken	71	27	43	34	101	92	59
Duitsland (B.R.)	4.440	4.210	4.207	5.542	6.036	6.377	5.274
Frankrijk	2.771	2.485	3.169	3.673	3.745	2.771	3.169
Nederland	3.525	4.586	3.649	4.464	4.899	5.730	4.666
Verenigd Koninkrijk	469	537	728	568	592	926	670
Totaal	12.308	12.893	12.756	15.276	16.985	17.516	15.085
Gemiddelde prijs (Eur)							
België	0,74	0,75	1,07	1,11	1,01	1,25	1,04
Denemarken	0,40	0,38	0,75	0,65	0,71	0,52	0,59
Duitsland (B.R.)	0,51	0,43	0,63	0,72	0,90	0,68	0,66
Frankrijk	1,20	1,08	1,17	1,47	1,56	1,63	1,38
Nederland	0,52	0,65	0,87	1,14	0,96	0,94	0,88
Verenigd Koninkrijk	0,36	0,38	0,46	0,44	0,39	0,54	0,45
Totaal	0,59	0,59	0,79	0,94	0,98	0,86	0,82

(a) Bronnen :

- België : N.I.S. en Ministerie van Landbouw, Dienst voor de Zeevisserij.
- Denemarken : Fiskeriministeriet.
- Duitsland (B.R.) : Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten en Fischereiamt des Landes Schleswig-Holstein.
- Frankrijk : Ministère des Transports, Direction des Pêches maritimes en Comité Central des Pêches Maritimes.
- Nederland : Ministerie van Landbouw en Visserij, Directie van de Visserijen ; Produktschap voor Vis en Visprodukten en C.B.S.
- Verenigd Koninkrijk : Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.

Uit tabel 10 kan eveneens worden opgemaakt, dat Duitsland (B.R.) de belangrijkste producent is van garnalen (43,5 %). De verdere volgorde is Nederland (28,8 %), Frankrijk (12,5 %), het Verenigd Koninkrijk (8,2 %), België (6,5 %) en Denemarken (0,5 %).

De opbrengst is, over een inzinking in 1971 (12,8 mln Eur), tussen 1970 en 1974 opgelopen van 12,9 mln Eur tot 17,5 mln Eur, hetzij een stijging met 35,7 %.

Met uitzondering van 1970 werden de hoogste opbrengsten in Duitsland (B.R.) geboekt (gemiddeld ca 35 %). Nadien volgden Nederland, Frankrijk, België, het Verenigd Koninkrijk en Denemarken.

De gemiddelde aanvoerprijzen vertonen variaties van 0,59 Eur/kg (in 1970) tot 0,98 Eur/kg (in 1973) en in de beschouwde periode werden de hoogste aanvoerprijzen in Frankrijk genoteerd. België kwam op de tweede plaats. Het Verenigd Koninkrijk had de laagste prijzen.

De garnalen worden op verschillende wijzen verkocht. Zij worden in de eerste plaats ongepeld op de markt gebracht. In de tweede plaats worden de garnalen gepeld en zij worden dan tot vol en semi-konserven verwerkt, tot diepvriesprodukten bestemd of als dusdanig vers afgezet.

De internationale handel in garnalen tussen de EEG-landen is bijzonder sterk gefntegreerd.

Exporterende landen zijn Duitsland (B.R.) en Nederland ; importerende landen zijn België en Frankrijk.

B. Lid-staten.

1. België.

In de periode 1970-74 namen ca 70 eenheden aan de garnalenvisserij deel ; voor ca 65 schepen was deze visserij de uitsluitende of de hoofdactiviteit (tabel 11).

Tabel 11 - Belgische garnalenvloot, 1969-74 (a).

	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Totaal aantal vaartuigen waarmede aan de garnalenvisserij werd deelgenomen	86	81	74	68	63	73
Aantal vaartuigen waarvoor de garnalenvisserij uitsluitend of hoofdbedrijf was	74	77	69	62	57	67
Gemiddeld motorvermogen (pk)	122	131	139	147	144	157

(a) Toestand per 31 december.

Het aantal vaartuigen dat aan de garnalenvisserij heeft deelgenomen, is tussen 1970 en 1973 met 18 eenheden verminderd. Van 1973 tot 1974 nam het aantal schepen evenwel opnieuw toe (+ 10 eenheden).

Eenzelfde evolutie werd bij de vloot, waarvoor de garnalenvisserij een uitsluitend of hoofdbedrijf vormt, genoteerd. Tussen 1970 en 1973 daalde het aantal schepen met 20 eenheden, doch van 1973 tot 1974 kwamen 10 vaartuigen bij.

Globaal gezien kan in de beschouwde periode ook worden vastgesteld, dat het gemiddeld motorvermogen verder opliep (van 131 pk in 1970 tot 157 pk in 1974).

Tussen 1970 en 1974 werd gemiddeld 1,2 mln kg garnalen voor een waarde van 61,2 mln BF (of 51,0 BF per kg) aangevoerd (tabel 12).

Tabel 12 - Aanvoer, opbrengst en gemiddelde aanvoerprijs van garnalen in België, 1969-74.

Jaren	Aanvoer (mln kg) (a)	Opbrengst (mln BF)	Gemiddelde prijs (BF/kg)
1969	1,4	51,6	37,7
1970	1,4	52,4	38,4
1971	0,9	48,0	53,2
1972	0,9	48,4	55,9
1973	1,6	78,4	48,6
1974	1,3	78,8	63,3
1970-74	1,2	61,2	51,0

(a) Aanvoergewicht.

Het topjaar inzake aanvoer was 1973 met 1,6 mln kg ; de laagste cijfers werden in 1971 en 1972 genoteerd, nl. 0,9 mln kg.

In de beschouwde periode steeg de opbrengst bestendig, nl. van 52,4 mln BF in 1970 tot 78,8 mln BF in 1974.

Met uitzondering van 1973 nam ook de gemiddelde prijs toe om in 1974 het peil van 63,3 BF per kg te bereiken.

De produktie wordt hoofdzakelijk vers (en ongepeld) op de binnenlandse markt verkocht. Diepvriesinstellingen en konservefabrieken nemen slechts een klein percentage van de gepelde garnalen op.

De aanvoer van garnalen in België is ontoereikend om de vraag te voldoen. Voor de bevoorrading van de binnenlandse markt worden dan ook belangrijke hoeveelheden ongepelde en gepelde garnalen ingevoerd.

In de periode 1970-74 werd gemiddeld 0,7 mln kg ongepelde en 1,6 mln kg gepelde of in totaal ca 6,0 mln kg garnalen gefmporteerd. De invoerwaarde bedroeg gemiddeld 338,0 mln BF, w. v. 41,0 mln BF voor ongepelde en 297,0 mln BF voor gepelde garnalen (tabel 13).

Tabel 13 - Invoer van garnalen in België, 1969-74.

Jaren	Ongepelde garnalen		Gepelde garnalen		Totaal (a)	
	ton	1.000 BF	ton	1.000 BF	ton	1.000 BF
1969	704	22.987	1.387	211.321	5.327	234.308
1970	1.095	39.086	1.598	251.934	6.421	291.020
1971	567	37.835	1.276	248.037	4.820	285.872
1972	760	54.842	1.377	274.071	5.350	328.913
1973	378	23.539	1.685	332.810	5.994	356.349
1974	777	49.474	1.924	378.291	7.190	427.765
1970-74	715	40.955	1.572	297.029	5.955	337.984

(a) Ter bepaling van het totaal werd voor elke 30 kg gepelde garnalen 100 kg ongepelde garnalen gerekend.

Een topjaar voor de invoer van ongepelde garnalen werd in 1970 (1,1 mln kg) genoteerd en voor gepelde garnalen in 1974 (1,9 mln kg).

De invoer is traditioneel uit Nederland (92,8 %) afkomstig (*).

(*) Gebaseerd op de totale hoeveelheid 1970-74.

De Belgische uitvoer van garnalen is eerder gering. In de jaren 1970-74 bestond de export gemiddeld uit 137 ton of 14,3 mln BF ongepelde garnalen en uit 63 ton of 8,5 mln BF gepelde garnalen, hetzij in totaal 347 ton of 22,8 mln BF (tabel 14).

Tabel 14 - Uitvoer van garnalen uit België, 1969-74.

Jaren	Ongepelde garnalen		Gepelde garnalen		Totaal (a)	
	ton	1.000 BF	ton	1.000 BF	ton	1.000 BF
1969	13	893	50	6.187	180	7.080
1970	63	3.254	21	3.374	133	6.628
1971	29	3.675	33	5.193	139	8.868
1972	234	26.473	85	10.735	517	37.208
1973	209	20.207	66	8.432	429	28.639
1974	148	17.882	111	14.959	518	32.941
1970-74	137	14.298	63	8.539	347	22.837

(a) Ter bepaling van het totaal werd voor elke 30 kg gepelde garnalen 100 kg ongepelde garnalen gerekend.

Voor ongepelde garnalen werd het hoogste uitvoercijfer in 1972 (234 t) geboekt en voor gepelde garnalen in 1974 (111 ton).

De belangrijkste afnemers zijn Nederland (45,8 %) en Frankrijk (36,0 %) (*).

2. Denemarken.

Het aantal vaartuigen dat de garnalenvisserij beoefent, is zeer gering (tabel 15).

(*) Gebaseerd op de totale hoeveelheid 1970-74.

Tabel 15 - Deense garnalenvloot, 1969-74.

	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Aantal vaartuigen waarmede de garnalenvisserij werd beoefend	8	7	3	5	6	8
Gemiddeld motorvermogen (pk)	99	103	110	124	116	118

Het aantal schepen bij de garnalenvisserij betrokken, lag in de periode 1970-74 tussen 3 en 8. De schepen hadden een motorvermogen van ca 120 pk.

De vangsten van garnalen zijn eveneens miniem. Tussen 1970-74 werd gemiddeld 100 ton garnalen aangevoerd voor een waarde van 0,4 mln DKr of een gemiddelde prijs van 4,5 DKr per kg (tabel 16).

Tabel 16 - Aanvoer, opbrengst en gemiddelde aanvoerprijs van garnalen in Denemarken, 1969-74.

Jaren	Aanvoer (ton) (a)	Opbrengst (1.000 DKr)	Gemiddelde prijs (DKr/kg)
1969	175	530	3,03
1970	71	203	2,87
1971	57	326	5,76
1972	54	259	4,80
1973	143	769	5,40
1974	176	698	3,98
1970-74	100	451	4,51

(a) Aanvoergewicht.

Uit tabel 16 blijkt anderzijds dat de aanvoer de jongste jaren een zekere toename kent.

De Deense internationale handel van garnalen is ook van geringe betekenis. Naar Duitsland (B.R.) en het Verenigd Koninkrijk worden garnalen geëxporteerd, terwijl de invoer (uit Zweden) te verwaarlozen is.

3. Duitsland (B.R.).

Ca 365 vaartuigen namen in de jaren 1970-74 aan de garnalenvisserij deel en voor ca 350 schepen was deze visserij de hoofdbedrijvigheid (tabel 17).

Tabel 17 - Duitse garnalenvloot, 1969-74 (a).

	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Totaal aantal vaartuigen waarmee aan de garnalenvisserij werd deelgenomen	410	403	394	362	348	328
Aantal vaartuigen waarvoor de garnalenvisserij uitsluitend of hoofdbedrijf was	397	389	375	350	334	310
Gemiddeld motorvermogen (pk)	119	130	135	145	155	160

(a) Toestand per 31 december.

Het totaal aantal vaartuigen dat bij de visserij was betrokken, verminderde voortdurend en wel van 1970 tot 1974 met 75 eenheden, terwijl het aantal schepen dat de visserij als hoofd-activiteit beoefende met 79 eenheden terugliep.

Het gemiddelde motorvermogen van deze schepen werd evenwel opgedreven (van 130 pk in 1970 tot 160 pk in 1974).

Gemiddeld werd in de periode 1970-74 ca 8 mln kg garnalen aangevoerd voor een opbrengst van 17,7 mln DM (of 221 pf per kg) (tabel 18).

Tabel 18 - Aanvoer, opbrengst en gemiddelde aanvoerprijs van garnalen in Duitsland (B.R.), 1969-74.

Jaren	Aanvoer (mln kg) (a)	Opbrengst (mln DM)	Gemiddelde prijs (pf/kg)
1969	8,7	17,4	200
1970	9,7	15,4	159
1971	6,7	15,4	230
1972	7,7	19,4	252
1973	6,7	19,9	297
1974	9,4	20,5	218
1970-74	8,0	17,7	221

(a) Aanvoergewicht.

Hoge aanvoercijfers kwamen voor in 1970 (9,7 mln kg) en 1974 (9,4 mln kg) ; lage aanvoercijfers werden in 1971 en 1973 (6,7 mln kg) geboekt.

Na een inzinking in de jaren 1970-71 nam de opbrengst toe om in 1974 20,5 mln DM te halen.

De gemiddelde aanvoerprijzen schommelden tussen 159 pf per kg (1970) en 297 pf per kg (1973).

Garnalen worden in Duitsland (B.R.) ongepeld (ca 10 %) en gepeld op de markt gebracht. De gepelde garnalen worden dan onverpakt en verpakt (in dozen) verkocht, diepbevoren of tot konserven verwerkt.

Over de buitenlandse handel in garnalen van Duitsland (B.R.) zijn geen exakte gegevens beschikbaar. Een benaderend gegeven kon evenwel worden bekomen aan de hand van de in- en uitvoercijfers van Nederland en België.

In de periode 1970-74 zou Duitsland (B.R.) gemiddeld 4,4 mln kg garnalen voor een waarde van 13,7 mln DM hebben geëxporteerd en 0,6 mln kg garnalen voor een waarde van 2,4 mln DM hebben gefmporteerd.

De belangrijkste afzetmarkt voor de Duitse garnalen is Nederland, terwijl de voornaamste leverancier voor de West-Duitse markt eveneens Nederland is.

4. Frankrijk.

Het aantal vaartuigen dat de garnalenvisserij beoefent, wordt tussen 350 en 400 eenheden geraamd. Voor ca 50 % van deze schepen vormt de garnalenvisserij een permanente activiteit.

In de periode 1970-74 werd gemiddeld 2,3 mln kg garnalen voor een waarde van 17,8 mln FF (of 7,74 FF per kg) verkocht (tabel 19).

Tabel 19 - Aanvoer, opbrengst en gemiddelde aanvoerprijs van garnalen in Frankrijk, 1969-74.

Jaren	Aanvoer (mln kg) (a)	Opbrengst (mln FF)	Gemiddelde prijs (FF/kg)
1969	2,3	14,2	6,16
1970	2,3	13,8	5,95
1971	2,7	17,6	6,52
1972	2,5	20,4	8,03
1973	2,4	20,8	8,69
1974	1,7	16,6	9,76
1970-74	2,3	17,8	7,74

(a) Aanvoergewicht.

Het hoogste aanvoercijfer werd in 1971 (2,7 mln kg) geboekt, terwijl het jaar 1974 het laagste cijfer (1,7 mln kg) had.

De opbrengst daarentegen nam toe tot in 1973 (20,8 mln FF), doch liep terug in 1974 (16,6 mln FF).

Voor de gemiddelde aanvoerprijzen werd een permanente stijging genoteerd.

De aangevoerde garnalen worden in Frankrijk overwegend vers (ongepeld en gepeld) verkocht. De verwerking van gepelde garnalen tot semi-konserven is miniem.

In Frankrijk werden tussen 1970-74 gemiddeld 2,7 mln kg of voor 20,5 mln FF ongepelde garnalen en 100 t of voor 2,1 mln FF gepelde garnalen gefmporteerd, hetzij in totaal 3,1 mln kg of 22,6 mln FF (tabel 20).

Tabel 20 - Invoer van garnalen in Frankrijk, 1969-74.

Jaren	Ongepelde garnalen		Gepelde garnalen		Totaal (a)	
	ton	1.000 FF	ton	1.000 FF	ton	1.000 FF
1969	2.978	13.748	89	1.516	3.275	15.264
1970	3.599	18.849	125	2.129	4.016	20.978
1971	2.043	16.021	75	1.736	2.293	17.756
1972	2.496	20.990	125	2.366	2.913	23.356
1973	2.480	19.922	98	2.269	2.807	22.191
1974	3.126	26.926	79	1.961	3.389	28.887
1970-74	2.749	20.542	100	2.092	3.082	22.634

(a) Ter bepaling van het totaal werd voor elke 30 kg gepelde garnalen 100 kg ongepelde garnalen gerekend.

De invoer lag het hoogst in 1970 voor ongepelde garnalen (3,6 mln kg) en in 1970 en 1972 voor gepelde garnalen (125 ton).

De belangrijkste leverancier voor de Franse markt is Nederland (ca 95 %) (*).

De export van ongepelde garnalen is miniem en beliep in 1970-74 gemiddeld 21 ton voor een waarde van 380.000 FF. Ook de uitvoer van gepelde garnalen is gering en bedroeg gemiddeld 23 ton voor 367.000 FF (tabel 21).

(*) Gebaseerd op de totale hoeveelheid 1970-74.

Tabel 21 - Uitvoer van garnalen uit Frankrijk, 1969-74.

Jaren	Ongepelde garnalen		Gepelde garnalen		Totaal (a)	
	ton	1.000 FF	ton	1.000 FF	ton	1.000 FF
1969	2	34	4	27	14	61
1970	9	150	1	14	12	164
1971	25	334	6	94	45	428
1972	22	417		12	22	429
1973	25	480	102	1.589	365	2.069
1974	23	518	6	128	43	646
1970-74	21	380	23	367	97	747

(a) Ter bepaling van het totaal werd voor elke 30 kg gepelde garnalen 100 kg ongepelde garnalen gerekend.

Met uitzondering van 1970 (9 ton) bleef de uitvoer van ongepelde garnalen praktisch op een gelijk niveau, terwijl de uitvoer van gepelde garnalen in 1973 (102 t) een top kende.

Uitvoergegevens per land zijn niet voorhanden.

5. Nederland.

Het aantal eenheden dat in 1970-74 bij de garnalenvisserij was betrokken, bedroeg ca 200 vaartuigen, w. v. voor ca 150 schepen de visserij een uitsluitend of hoofdbedrijf was (tabel 22).

Tabel 22 - Nederlandse garnalenvloot, 1969-74 (a).

	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Totaal aantal vaartuigen waarmee aan de garnalenvisserij werd deelgenomen.	289	238	210	192	191	197
Aantal vaartuigen waarvoor de garnalenvisserij uitsluitend of hoofdbedrijf was	194	164	145	131	143	156
Gemiddeld motorvermogen (pk)	145	157	159	155	159	169

(a) Toestand per 31 december.

Voor het totaal van de vaartuigen dat de garnalenvisserij bedreef, werd tussen 1970 en 1974 een vermindering met 41 eenheden genoteerd. Het aantal schepen dat de garnalenvisserij als hoofdaktiviteit beoefende, is gedaald tot in 1972 (131 eenheden) om nadien met 25 eenheden toe te nemen. Het zijn vooral de kleinere kotters van de kleine zeevisserij die, mede in verband met de teleurstellende gang van zaken in de boomkorrevisserij, op de garnalenvisserij zijn overgeschakeld.

Algemeen gezien is het gemiddeld motorvermogen van de garnalenvloot toegenomen (van 157 pk in 1970 tot 169 pk in 1974).

Tussen 1970 en 1974 werd gemiddeld 5,3 mln kg garnalen voor 16,3 mln gld (of 308 ct per kg) over de afslag verkocht (tabel 23).

Tabel 23 - Aanvoer, opbrengst en gemiddelde aanvoerprijs van garnalen in Nederland, 1969-74

Jaren	Aanvoer (mln kg) (a)	Opbrengst (mln gld)	Gemiddelde prijs (ct/kg)
1969	6,8	12,8	189
1970	7,1	16,6	233
1971	4,2	13,3	312
1972	3,9	15,7	404
1973	5,1	17,0	333
1974	6,1	19,1	302
1970-74	5,3	16,3	308

(a) Aanvoergewicht.

In de beschouwde periode liep de aanvoer tot in 1972 terug. Dit jaar vormde zelfs een dieptepunt met slechts 3,9 mln kg. Na 1972 nam de aanvoer opnieuw toe, om in 1974 6,1 mln kg te bedragen.

De opbrengst kende een inzinking in 1970-71, doch is sedert 1972 toegenomen en in 1974 werd een cijfer van 19,1 mln gld bereikt.

De gemiddelde prijs lag bijzonder hoog in 1972 (405 ct per kg) en kwam in 1974 op 302 ct per kg.

Garnalen worden in Nederland gepeld en ongepeld verkocht. Ook diepbevoren gepelde garnalen en vol en semi-konserven van garnalen zijn op de markt.

In de periode 1970-74 bedroeg de uitvoer van ongepelde garnalen gemiddeld 36 mln kg of 16,2 mln gld en de export van gepelde garnalen gemiddeld 1,7 mln kg of 22,7 mln gld, hetzij in totaal 9,2 mln kg voor 38,9 mln gld (tabel 24).

Tabel 24 - Uitvoer van garnalen uit Nederland, 1969-74

Jaren	Ongepelde garnalen		Gepelde garnalen		Totaal (a)	
	ton	1.000 gld	ton	1.000 gld	ton	1.000 gld
1969	3.646	11.408	1.385	15.339	8.262	26.747
1970	4.687	15.491	1.472	17.421	9.593	32.912
1971	2.674	12.785	1.238	17.694	6.800	30.479
1972	3.161	16.984	1.401	20.266	7.831	37.250
1973	3.132	15.670	1.926	26.764	9.551	42.434
1974	4.227	20.222	2.438	31.130	12.353	51.352
1970-74	3.576	16.230	1.695	22.655	9.226	38.885

(a) Ter bepaling van het totaal werd voor elke 30 kg gepelde garnalen 100 kg ongepelde garnalen gerekend. Er moet rekening worden gehouden met het feit dat ook (geringe) hoeveelheden Pandalus spp. in de cijfers zijn vervat.

De uitvoer was het hoogst in 1970 voor ongepelde garnalen (4,7 mln kg) en in 1974 voor gepelde garnalen (2,4 mln kg).

De uitvoer gaat in hoofdzaak naar België (59,2 %) en Frankrijk (32,9 %) (*).

De invoer van garnalen omvatte voor de jaren 1970-74 gemiddeld 1,7 mln kg ongepelde en 0,7 mln kg gepelde garnalen of in totaal 4,2 mln kg. De importwaarde beliep gemiddeld 12,8 mln gld, w. v. 4,9 mln gld voor ongepelde en 7,9 mln gld voor gepelde garnalen (tabel 25).

(*) Gebaseerd op de totale hoeveelheid 1970-74.

Tabel 25 - Invoer van garnalen in Nederland, 1969-74.

Jaren	Ongepelde garnalen		Gepelde garnalen		Totaal (a)	
	ton	1.000 gld	ton	1.000 gld	ton	1.000 gld
1969	768	1.744	666	5.889	2.988	7.633
1970	1.613	3.371	741	6.468	4.083	9.839
1971	1.429	4.344	443	5.585	2.905	9.929
1972	1.888	6.166	711	7.507	4.258	13.673
1973	1.421	5.083	1.057	10.699	4.944	15.782
1974	2.222	5.547	767	9.343	4.778	14.890
1970-74	1.715	4.902	744	7.920	4.194	12.823

(a) Ter bepaling van het totaal werd voor elke 30 kg gepelde garnalen 100 kg ongepelde garnalen berekend.

Het hoogste invoercijfer van ongepelde garnalen werd geboekt in 1974 (2,2 mln kg) en dit van gepelde garnalen in 1973 (1,1 mln kg).

De invoer komt voor het grootste gedeelte uit Duitsland (B.R.) (ca 95 %) (*).

6. Verenigd Koninkrijk.

Over het aantal vaartuigen dat in het Verenigd Koninkrijk bij de garnalenvisserij bedrijvig is, zijn geen gegevens voorhanden.

In de periode 1970-74 beliep de aanvoer van garnalen in het Verenigd Koninkrijk gemiddeld 1,5 mln kg voor een waarde van £ 313.404 of 20,9 p per kg (tabel 26).

(*) Gebaseerd op de totale hoeveelheid 1970-74.

Tabel 26 - Aanvoer, opbrengst en gemiddelde aanvoerprijs van garnalen in het Verenigd Koninkrijk, 1969-74.

Jaren	Aanvoer (mln kg) (a)	Opbrengst (1000 £)	Gemiddelde prijs (p/kg)
1969	1,3	195,3	15,5
1970	1,4	223,9	16,1
1971	1,6	303,5	18,6
1972	1,3	242,9	18,5
1973	1,5	302,4	20,1
1974	1,7	494,4	28,5
1970-74	1,5	313,4	20,9

(a) Aanvoergewicht.

In 1974 werd het hoogste aanvoercijfer geboekt, nl. 1,7 mln kg, terwijl in 1972 het laagste cijfer werd genoteerd, nl. 1,3 mln kg.

Inzake opbrengst was 1970 een dieptepunt met £ 223.000, doch in 1974 was de opbrengst ten opzichte van dit jaar ruim verdubbeld (£ 494.000).

De gemiddelde aanvoerprijzen zijn praktisch bestendig toegenomen en wel van 16,1 p per kg in 1970 tot 28,5 p per kg in 1974.

Zoals voor de vloot zijn geen exakte gegevens over de Britse in- en uitvoer van garnalen voorhanden.

§ 2. Het probleem van de hoeveelheden.

Uit economisch oogpunt speelt bij de bestralingstechniek de hoeveelheid die kan of moet worden bestraald een zeer belangrijke rol. Om de werkingskosten binnen redelijke perken te houden, moet immers een voldoende hoeveelheid worden bestraald. De vaste kosten liggen relatief hoog, zodat de kosten per eenheid dalen (stijgen) met een stijging (daling) van de te bestralen hoeveelheid bij een gegeven capaciteit van de installatie.

Met betrekking tot de te bestralen hoeveelheid garnalen zijn er een aantal elementen die in aanmerking moeten worden genomen. Grosso modo spelen drie elementen een grote rol, nl. de sterke decentralisatie van de aanvoer, de aanvoerfluctuaties en de verhandelings- en verkoopgewoonten.

A. Decentralisatie van de aanvoer.

De aanvoer van garnalen in de landen van de EEG is sterk gedecentraliseerd.

- In België worden garnalen aangevoerd in Oostende, Zeebrugge en Nieuwpoort.

De jongste vijf jaar werd gemiddeld ca 74,0 % van de aanvoer te Zeebrugge verkocht, 19,0 % te Oostende en 7,0 % te Nieuwpoort (tabel 27). Jaar per jaar beschouwd, bleven deze onderlinge verhoudingen praktisch ongewijzigd.

- In Denemarken worden de geringe aangevoerde hoeveelheden in de haven Havneby verkocht.

Tabel 27 - Aanvoer (in t.) per haven, 1969-74 (a).

Havens	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1970-74
Oostende	340	210	178	113	392	267	232
Zeebrugge	910	1.079	645	691	1.107	920	888
Nieuwpoort	120	74	80	62	117	77	82
Totaal	1.370	1.363	903	867	1.615	1.264	1.202

(a) Aanvoergewicht.

- In Duitsland (B.R.) kunnen twee grote aanvoergebieden worden afgebakend, nl. Schleswig-Holstein en Nedersaksen. Uit tabel 28 kan worden opgemaakt, dat het gebied Schleswig-Holstein het grootste aandeel in de aanvoer heeft. Tussen 1970-74 werd gemiddeld 56,9 % van de aanvoer in Schleswig-Holstein verkocht. Het gebied Nedersaksen had 43,1 % van de aanvoer.

Behalve in het jaar 1971 (38,2 % voor Nedersaksen en 61,8 % voor Schleswig-Holstein) bleven deze verhoudingscijfers in de beschouwde periode praktisch onveranderd.

Tabel 28 - Aanvoer (in t.) per gebied, 1969-74 (a).

Jaren	Nedersaksen	Schleswig-Holstein	Totaal
1969	3.604	5.105	8.709
1970	4.031	5.621	9.652
1971	2.558	4.135	6.693
1972	3.418	4.285	7.703
1973	3.076	3.669	6.745
1974	4.301	5.183	9.484
1970-74	3.477	4.579	8.056

(a) Aanvoergewicht.

In het gebied Schleswig-Holstein zijn de voornaamste havens : Friedrichskoog (29,6 %), Husum (25,4 %), Büsum (21,9 %) en Tönning (16,0 %) (tabel 29).

Tabel 29 - Aanvoer (in t) per haven 1969-74 (a).

Havens	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1970-74
Cuxhaven	366	374	228	275	221	311	282
Spieka	255	311	183	261	224	325	261
Dorum	455	473	330	476	432	612	465
Wremen	134	129	97	145	154	229	151
Bremerhaven	15	10	1	-	-	-	2
Fedderwardsiel	312	295	277	372	372	604	384
Varel	129	119	65	107	93	136	104
Dangast	63	70	70	81	57	82	72
Wilhelmshaven	15	20	11	12	-	-	9
Hooksiel	104	120	71	133	107	163	119
Horumersiel	13	14	-	24	6	7	10
Harlesiel	156	191	112	152	144	152	150
Neuharlingersiel	150	180	65	134	101	183	133
Accumersiel-Dornumersiel	202	234	130	154	174	165	171
Bensersiel	24	27	8	17	9	20	16
Borkum	100	98	76	58	36	47	63
Norddeich	367	463	248	323	299	404	347
Greetsiel	642	836	493	585	553	778	649
Ditzum	102	67	93	109	94	83	89
Totaal Nedersaksen	3.604	4.031	2.558	3.418	3.076	4.301	3.477
List	574	515	308	262	4	4	219
Hörnum	143	150	125	124	35	33	93
Wyk	3	1	3	6	4	6	4
Husum	1.114	1.424	1.033	1.075	939	1.350	1.164
Tönning	684	759	532	506	703	1.169	734
Büsum	1.164	1.237	874	1.064	814	1.024	1.003
Meldorf-Barlt	4	10	7	6	-	-	4
Friedrichskoog	1.419	1.525	1.253	1.242	1.170	1.597	1.357
Totaal Schleswig-Holstein	5.105	5.621	4.135	4.285	3.669	5.183	4.578
Algemeen totaal	8.709	9.652	6.693	7.703	6.745	9.484	8.056

(a) Aanvoergewicht.

Voor het gebied Nedersaksen gelden als belangrijkste havens : Greetsiel (18,7 %), Dorum (13,4 %), Fedderwardsiel (11,0 %), Norddeich (10,0 %), Cuxhaven (8,1 %) en Spieka (7,5 %) (tabel 29).

- De aanvoer van garnalen is in Frankrijk over verschillende havens verdeeld. In tabel 30 is de aanvoer volgens de belangrijkste gebieden weergegeven.

Tabel 30 - Aanvoer (in t) per gebied, 1969-74 (a).

Gebieden	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1970-74
Oléron	333	239	242	415	394	211	300
Marennes	155	127	116	131	129	142	129
Caen	363	495	806	456	441	276	495
Boulogne	260	311	302	200	248	239	260
St. Nazaire	146	142	138	238	258	168	189
Le Havre	187	66	106	161	41	44	84
St. Malo	136	131	135	106	117	92	116
Dieppe	192	209	211	82	138	124	153
Overige	549	605	424	750	627	451	571
Totaal	2.321	2.325	2.480	2.539	2.393	1.747	2.297

(a) Aanvoergewicht.

De belangrijkste aanvoergebieden zijn Caen, Oléron, Boulogne, St. Nazaire en Dieppe. In de periode 1970-74 werd gemiddeld 21,5 % van de aanvoer aan het gebied Caen, 13,1 % aan het gebied Oléron, 11,3 % aan het gebied Boulogne, 8,2 % aan het gebied St. Nazaire en 6,7 % aan het gebied Dieppe toebedeeld.

Jaar per jaar beschouwd, blijkt, dat, relatief gezien, het gebied Caen sterk in betekenis is verminderd. Vanaf 1972 is het gebied Oléron in verhouding eveneens achteruitgegaan, terwijl

vanaf dit jaar het gebied Boulogne aan belang is gaan winnen om opnieuw de positie van het jaar 1970 in te nemen. Het belang van het gebied St. Nazaire nam in vergelijking met 1970 eveneens toe. Het gebied Dieppe had in 1974 de betekenis van het uitgangsjaar niet meer.

- De belangrijkste aanvoerhavens voor garnalen in Nederland zijn Den Oever, Lauwersoog-Zoutkamp, Termunten, Harlingen, Breskens, Colijnsplaat en Goedereede-Stellendam.

Tabel 31 - Aanvoer (in t) per haven 1969-74 (a).

Havens	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1970-74
Breskens	587	456	421	361	733	570	508
Colijnsplaat	534	543	233	200	559	448	397
Brouwershaven	35	36	-	-	-	-	7
Goedereede-Ouddorp-Stellendam	211	204	154	211	385	682	327
Scheveningen	118	111	25	7	32	22	39
IJmuiden	105	110	33	5	10	1	32
Den Oever	1.994	2.527	1.442	881	1.249	1.785	1.577
Harlingen	1.262	646	367	432	633	720	560
Dokkum-Nieuw Zijlen	221	228	142	200	112	-	136
Lauwersoog	-	-	-	-	393	1.187	316
Zoutkamp	785	1.055	679	729	305	-	554
Termunten	897	1.219	747	867	691	681	841
Totaal	6.749	7.135	4.243	3.893	5.102	6.096	5.294

(a) Aanvoergewicht.

Tussen 1970 en 1974 werd in deze havens gemiddeld ca 98,7 % van de aangevoerd hoeveelheid geoekt. Over de havens

afzonderlijk lagen de verhoudingscijfers als volgt : Den Oever 29,8 %, Lauwersoog-Zoutkamp 19,1 %, Termunten 15,9 %, Harlingen 10,6 %, Breskens 9,6 %, Colijnsplaat 7,5 % en Goedereede-Stellendam 6,2 % (tabel 31).

In de beschouwde periode kan worden vastgesteld, dat Harlingen als aanvoerplaats minder betekenis kreeg, terwijl Brouwershaven is verdwenen ; Goedereede-Stellendam nam hierdoor relatief in belang toe. Dokkum, Nieuw Zijlen en Zoutkamp zijn eveneens verdwenen en zijn bij Lauwersoog gekomen. Scheveningen en IJmuiden namen als aanvoerplaatsen in betekenis af.

- In het Verenigd Koninkrijk werd in de jaren 1970-74 30,0 % van aanvoer van garnalen in Kings Lynn aangebracht, 15,7 % in Boston, 14,9 % in Peterhead en 6,8 % in Southport (tabel 32).

Tabel 32 - Aanvoer (in t) per haven, 1969-74 (a).

Havens	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1970-74
Kings Lynn	284	362	346	392	601	573	455
Boston	260	279	209	193	245	259	237
Southport	129	108	163	96	91	61	104
Flookborough	77	78	65	52	86	71	70
Ayr	8	11	13	10	7	9	10
Peterhead	-	94	359	168	163	346	226
Overige	498	457	477	399	312	415	412
Totaal	1.256	1.389	1.632	1.310	1.505	1.734	1.514

(a) Aanvoergewicht.

Uit tabel 32 kan eveneens worden opgemaakt, dat tussen 1970 en 1974 de havens Boston en Southport relatief aan betekenis hebben verloren, terwijl de havens Kings Lynn en Peterhead aan belang hebben gewonnen.

Uit het oogpunt van de te bestralen hoeveelheid doet deze sterke decentralisatie van de aanvoer uitzien naar zonevormingen waarbij de aanvoer kan worden geconcentreerd. In het rapport "Economische en Technologische Studie over het Bestralen van Garnalen" (34) werden vier zones voorgesteld, nl. een zone I die de aanvoer van Nieuwpoort, Oostende, Zeebrugge, Breskens, Colijnsplaat en Goedereede kan omvatten, een zone II die de aanvoer van Den Oever, Harlingen, Lauwersoog en Termunten kan behelzen, een zone III die de aanvoer van Nedersaksen kan verwerken en een zone IV die de aanvoer van Schleswig-Holstein kan bestralen. Deze vier zones worden voor de berekening van de kostprijs van het bestralen opnieuw weerhouden. Uit voorgaande analyse blijkt overigens dat voor Denemarken, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk een benadering door zonevorming niet realistisch is.

De criteria voor de keuze van deze vier zones zijn immers zowel van geografische aard (gemakkelijk te bereiken, afstand tot een bestralingscentrum), als van economisch-kommerciële aard (aanneembare grootte-orde van de aanvoer en van de te bestralen hoeveelheid).

B. Aanvoerfluctuaties.

De aanvoer van garnalen wordt gekenmerkt door sterke schommelingen. Grote schommelingen in de aanvoer komen voor van jaar tot jaar, van maand tot maand, van week tot week, van dag tot dag en van reis tot reis.

Een en ander kan aan de hand van de aanvoergegevens duidelijk worden geïllustreerd.

In tabel 33 is de jaaraanvoer per zone weergegeven.

Tabel 33 - Aanvoer (in t) per zone, 1969-74.

Zones	1969	1970	1971	1972	1973	1974
I	2.736	2.602	1.711	1.638	3.293	2.964
II	5.159	5.675	3.377	3.109	3.383	4.373
III	3.604	4.031	2.558	3.418	3.076	4.301
IV	5.105	5.635	4.135	4.285	3.669	5.183

In tabel 34 zijn de seizoenindices per zone vervat.

Tabel 34 - Seizoenindices van de aanvoer per zone.

Maanden	Zones			
	I	II	III	IV
Januari	72	108	9	16
Februari	53	65	7	12
Maart	53	69	24	33
April	47	61	88	114
Mei	54	82	97	113
Juni	80	84	118	114
Juli	100	77	137	117
Augustus	135	83	149	124
September	177	94	193	162
Oktober	203	171	215	215
November	120	142	123	134
December	105	164	40	46

Tabellen 35 en 36 vermelden de aanvoer van garnalen (in kg) per week (februari-maart 1973-74 en september-november 1973-74) voor de zones I en II.

Tabel 35 - Aanvoer (in kg) per zone en per week, 1973-74.

Week	1973		Week	1974	
	Zone I	Zone II		Zone I	Zone II
26/2-3/3	37.144	45.667	25/2-2/3	51.428	95.984
5/3-10/3	27.828	44.071	4/3-9/3	51.843	76.124
12/3-17/3	26.513	44.895	11/3-16/3	49.367	108.441
19/3-24/3	32.449	40.522	18/3-23/3	44.026	81.930
26/3-31/3	27.928	45.135	25/3-30/3	56.643	113.652

Tabel 36 - Aanvoer (in kg) per zone en per week, 1973-74.

Week	1973		Week	1974	
	Zone I	Zone II		Zone I	Zone II
3/9-8/9	91.107	54.892	2/9-7/9	54.674	25.682
10/9-15/9	20.868	77.944	9/9-14/9	98.972	77.921
17/9-22/9	118.296	79.744	16/9-21/9	84.098	84.445
24/9-29/9	129.216	94.193	23/9-28/9	56.673	62.980
1/10-6/10	143.180	121.759	30/9-5/10	83.143	106.397
8/10-13/10	128.105	126.204	7/10-12/10	81.913	139.754
15/10-20/10	106.035	135.398	14/10-19/10	88.349	151.072
22/10-27/10	143.013	159.606	21/10-26/10	67.108	125.437
29/10-3/11	140.935	163.934	28/10-2/11	58.262	105.950
5/11-10/11	80.154	77.978	4/11-9/11	95.503	169.600
12/11-17/11	60.344	55.231	11/11-16/11	50.024	60.777
19/11-24/11	139.282	125.064	18/11-23/11	75.635	150.677
26/11-1/12	53.780	85.538	25/11-30/11	25.048	34.075

Voor de zone III konden enkel de weekcijfers voor de havens Ditzum, Greetsiel, Norddeich, Borkum, Bengersiel, Accumersiel-Dornumersiel, Neuharlingersiel, Harlesiel, Horumersiel en Hooksiel worden bijgebracht. Voor de zone IV waren slechts weekcijfers voor de havens Husum en Tönning ter beschikking. Volledigheidshalve worden deze cijfers respectievelijk in de tabellen 37-38 en 39-40 opgenomen.

Tabel 37 - Aanvoer (in kg) per week, 1973-74 - Zone III

Week	1973	Week	1974
26/2 - 3/3	1.713	25/2 - 2/3	4.271
5/3 - 10/3	7.954	4/3 - 9/3	4.240
12/3 - 17/3	17.163	11/3 - 16/3	7.646
19/3 - 24/3	21.802	18/3 - 23/3	17.188
26/3 - 31/3	24.899	25/3 - 30/3	30.957

Tabel 38 - Aanvoer (in kg) per week, 1973-74 - Zone III.

Week	1973	Week	1974
3/9 - 8/9	47.729	2/9 - 7/9	28.640
10/9 - 15/9	58.576	9/9 - 14/9	55.571
17/9 - 22/9	54.611	16/9 - 21/9	66.013
24/9 - 29/9	68.553	23/9 - 28/9	49.059
1/10 - 6/10	80.617	30/9 - 5/10	72.767
8/10 - 13/10	63.734	7/10 - 12/10	65.380
15/10 - 20/10	65.728	14/10 - 19/10	83.048
22/10 - 27/10	93.516	21/10 - 26/10	55.864
29/10 - 3/11	57.694	28/10 - 2/11	35.390
5/11 - 10/11	35.616	4/11 - 9/11	68.605
12/11 - 17/11	18.178	11/11 - 16/11	27.573
19/11 - 24/11	16.728	18/11 - 23/11	42.002
26/11 - 1/12	4.164	25/11 - 30/11	7.295

Tabel 39 - Aanvoer (in kg) per week, 1973-74 - Zone IV.

Week	1973	Week	1974
26/2 - 3/3	9.500	25/2 - 2/3	20.440
5/3 - 10/3	14.786	4/3 - 9/3	2.506
12/3 - 17/3	22.402	11/3 - 16/3	16.888
19/3 - 24/3	23.943	18/3 - 23/3	48.183
26/3 - 31/3	39.679	25/3 - 30/3	57.062

Tabel 40 - Aanvoer (in kg) per week, 1973-74 - Zone IV.

Week	1973	Week	1974
3/9 - 8/9	53.502	2/9 - 7/9	23.663
10/9 - 15/9	53.339	9/9 - 14/9	80.936
17/9 - 22/9	49.461	16/9 - 21/9	73.503
24/9 - 29/9	52.574	23/9 - 28/9	62.994
1/10 - 6/10	87.804	30/9 - 5/10	102.518
8/10 - 13/10	77.210	7/10 - 12/10	91.703
15/10 - 20/10	79.478	14/10 - 19/10	107.402
22/10 - 27/10	80.556	21/10 - 26/10	67.050
29/10 - 3/11	81.429	28/10 - 2/11	69.472
5/11 - 10/11	32.466	4/11 - 9/11	71.989
12/11 - 17/11	15.687	11/11 - 16/11	17.617
19/11 - 24/11	27.616	18/11 - 23/11	61.839
26/11 - 1/12	50.041	25/11 - 30/11	12.647

Tabel 41 geeft, bij wijze van voorbeeld, de aanvoer (in kg) van dag tot dag in de maanden september-november 1974 voor de havens Oostende, Zeebrugge en Nieuwpoort.

Tabel 41 - Aanvoer (in kg) per dag voor de havens, Oostende, Zeebrugge en Nieuwpoort, september-november 1974.

September		Oktober		November	
Datum	Aanvoer	Datum	Aanvoer	Datum	Aanvoer
1	30	1	7.052	1	1.422
2	6.768	2	4.750	2	2.899
3	1.982	3	5.758	3	175
4	3.257	4	2.683	4	7.696
6	4.005	5	268	5	2.642
7	335	7	2.183	6	7.597
9	9.038	8	8.601	7	4.521
10	7.991	9	3.465	8	6.057
11	7.251	10	3.303	9	774
12	6.757	11	8.638	10	125
13	5.679	12	1.274	12	873
14	716	13	40	13	2.092
16	7.299	14	3.353	14	1.993
17	6.533	15	8.464	15	2.092
18	6.356	16	5.125	16	2.359
19	6.948	17	6.625	17	135
20	6.063	18	5.732	18	6.991
21	1.819	19	80	19	1.368
23	1.294	20	71	20	3.924
24	98	22	1.554	21	6.232
25	2.458	23	2.929	22	4.268
26	325	24	2.438	23	740
27	8.379	25	6.766	24	25
28	1.469	26	782	26	745
30	9.270	27	50	27	3.559
		30	276	28	1.029
		31	3.943	30	618

Tabel 42 - Aanvoer (in kg) van tien schepen, per reis, september 1974 (a).

Reis (dag)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	209	312	414	-	-	-	253	200	142	255
3	161	231	-	86	90	-	131	199	-	-
4	214	-	149	-	62	-	230	-	-	338
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	188	-	197	-	86	-	351	-	-	263
7	-	-	-	74	48	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	297	368	260	154	129	204	193	202	275	177
10	193	401	199	206	165	236	192	201	162	220
11	149	246	43	176	177	172	237	148	165	231
12	159	218	-	151	132	191	168	187	227	143
13	200	279	-	96	120	214	282	191	190	215
14	-	-	-	-	130	136	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	422	292	419	167	124	159	186	198	189	342
17	204	314	317	160	105	175	147	234	178	293
18	147	123	250	124	123	164	179	246	275	281
19	224	312	215	117	110	190	152	231	215	262
20	170	310	176	105	113	194	142	316	-	314
21	-	-	-	185	180	87	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	262	376	-	131	-	370	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	271	-	-	234	-	194	-	-	196
26	-	-	-	-	-	-	-	-	325	-
27	355	316	179	263	253	576	203	-	418	274
28	-	-	-	-	176	180	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	368	344	142	264	178	314	277	296	276	327

(a) Bron : Dienst voor de Zeevisserij.

Tabel 43 - Aanvoer (in kg) van tien schepen, per reis, oktober 1974 (a).

Reis (dag)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	126	285	200	236	135	227	203	145	384	182
2	149	342	115	121	123	364	150	204	205	163
3	158	321	191	191	28	355	144	158	203	140
4	149	-	154	38	107	50	185	158	150	107
5	-	-	-	84	96	88	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	479	-	82	-	-	-	-	-	417	-
8	358	-	-	335	378	330	289	542	306	507
9	197	-	-	-	121	-	243	-	-	-
10	-	-	-	149	-	349	-	395	387	396
11	362	-	172	343	-	987	296	178	243	274
12	-	-	-	171	281	216	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	137	-	202	-	-	-	247	-	178	170
15	270	-	104	493	484	488	202	-	189	92
16	131	-	151	179	325	-	138	-	-	143
17	153	-	117	198	229	-	149	373	387	182
18	99	-	90	128	173	-	198	-	256	199
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	71	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	317	-	-	-	-	-	-	-	-
23	164	-	95	218	194	-	183	153	-	153
24	281	313	-	-	-	-	-	202	-	-
25	294	-	190	342	389	-	249	334	377	-
26	-	-	-	202	168	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-
31	46	371	203	96	93	88	261	32	-	158

(a) Bron : Dienst voor de Zeevisserij.

Tabel 44 - Aanvoer (in kg) van tien schepen, per reis, november 1974 (a).

Reis (dag)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	76	147	-	-	-	-	-
2	116	-	-	98	125	215	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	182	335	186	-	145	222	246	303	318	228
5	-	236	125	130	193	261	-	-	-	36
6	142	306	229	185	372	469	240	407	341	257
7	129	236	-	69	97	130	156	153	-	-
8	180	163	249	98	125	122	131	206	396	305
9	63	-	-	91	132	107	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	71	-	-	-	-	-	-	-
13	154	280	-	71	120	113	-	-	-	-
14	148	-	-	63	104	109	300	-	73	200
15	112	227	156	63	198	203	-	-	135	115
16	136	-	-	135	129	93	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	152	211	237	-	161	115	333	361	403	217
19	32	-	-	98	-	-	-	-	-	-
20	116	281	-	-	161	-	-	354	263	-
21	-	204	203	-	196	401	243	197	-	139
22	123	-	208	-	124	178	179	138	233	204
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	119	-	-	-	150	-	216	-
27	138	22	-	66	119	144	200	-	199	64
28	-	-	157	97	-	-	-	197	115	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(a) Bron : Dienst voor de Zeevisserij.

Tabellen 42, 43 en 44 bevatten, bij wijze van voorbeeld, de aanvoer (in kg) van tien Belgische garnaaalschepen, reis per reis, voor de maanden september-november 1974.

C. Verhandelings- en verkoopgewoonten.

Tenslotte zijn er de verhandelings- en verkoopgewoonten. Met betrekking tot de te bestralen hoeveelheid maakt het bijvoorbeeld veel uit of de garnalen alleen gepeld of ongepeld worden bestraald en verkocht, ofwel of een bepaalde verhouding gepelde-ongepelde garnalen in rekening moet worden gebracht.

§ 3. De kostprijs van de bestraling.

Voor de kostprijsberekening van de bestraling is het vooreerst noodzakelijk van een aantal opties uit te gaan. Vervolgens kunnen de basisgegevens voor de berekening worden vastgelegd om dan uiteindelijk de kostprijs zelf te bepalen. Bij de berekening werd een Co-60 bestralingsinstallatie gekozen, doch een vergelijkende kostprijsberekening met andere bestralingsbronnen werd eveneens verricht.

A. Opties voor de evaluatie.

Voor het benaderen van de kostprijs moeten in de eerste plaats volgende factoren in aanmerking worden genomen :

- de gemiddelde of de maximaal jaarlijks aangevoerde (en te bestralen) hoeveelheid;
- de hoeveelheid garnalen die (bestraald) gepeld op de markt wordt gebracht en
- de spreiding van de aanvoer volgens de periode van het jaar.

Verder is het noodzakelijk de mogelijke werkregimes te bepalen vooraleer de uurproductie-kapaciteit van de installatie te berekenen. Deze uurkapaciteit kan worden berekend voor de totale aanvoer of voor een gedeelte ervan.

Tenslotte moet een optie worden genomen omtrent het type bestralingsbron en omtrent het type installatie. Ten aanzien van de installatie werd een concrete kostprijzevaluatie voor een Co-60 installatie van een bepaald type gemaakt. Dit type werd aan de te bestralen producten aangepast en aandacht werd besteed aan de personeelsbezetting volgens een gekozen werkregime.

De technische elementen, nl. keuze van bronelement, wijze van aanvulling van de bron en rendement van de installatie worden verondersteld geoptimaliseerd te zijn.

Voor de vier zones en de te bestralen hoeveelheid werd de installatie verder optimaal gedimensioneerd voor een bepaalde maximum uurkapaciteit (p_{max}). De voorgestelde investeringen werden in deze zin dan aan de maximale dimensie van de installatie aangepast, teneinde vergelijkbare kostprijzen per kg garnalen te bekomen.

De relatieve kostprijs voor de bestraling met andere dan Co-60 bestralingsbronnen, waarvoor eveneens een optie zou kunnen worden genomen, werd op basis van literatuurgegevens geëvalueerd.

B. Basisgegevens voor de berekening.

1. Jaarlijkse aanvoer en bewerking.

Bij de berekeningen werd, per zone, uitgegaan van de aangevoerde hoeveelheid garnalen van de laatste zes jaren. Deze

hoeveelheden werden voor de vier zones gesplitst in ongepelde en gepelde garnalen en zijn in tabel 45 vervat.

Tabel 45 - Aangevoerde hoeveelheden, in ton per jaar, verdeeld naar bestemming (ongepelde en gepelde garnalen).

Zone I

Bestemming	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Gemiddelde (\bar{x})
Ongepelde	2.148	2.016	1.291	1.277	2.611	2.489	1.972
Gepelde	588	586	420	361	682	475	519
Totaal	2.736	2.602	1.711	1.638	3.293	2.964	2.491

Zone II

Bestemming	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Gemiddelde (\bar{x})
Ongepelde	2.051	2.484	1.295	1.478	926	1.462	1.616
Gepelde	3.108	3.191	2.082	1.631	2.457	2.911	2.563
Totaal	5.159	5.675	3.377	3.109	3.383	4.373	4.179

Zone III

Bestemming	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Gemiddelde (\bar{x})
Ongepelde	360	403	256	342	308	430	350
Gepelde	3.244	3.628	2.302	3.076	2.768	3.871	3.148
Totaal	3.604	4.031	2.558	3.418	3.076	4.301	3.498

Zone IV

Bestemming	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Gemiddelde (\bar{x})
Ongepelde	511	564	414	429	367	518	467
Gepelde	4.594	5.071	3.721	3.856	3.302	4.665	4.202
Totaal	5.105	5.635	4.135	4.285	3.669	5.183	4.669

Uit tabel 45 blijkt, dat gemiddeld voor zone I 20 %, voor zone II 60 % en voor zones III en IV 90 % van de aanvoer als pellerijgarnalen zijn bestemd. Rekening houdend met een gewichtsverlies van 70 % bij het pellen kunnen de hoeveelheden worden bekomen die voor bestraling in aanmerking komen (tabel 46).

Als gemiddeld te bestralen hoeveelheid (Q_x^-) werd het gemiddelde van de laatste zes jaar genomen. Als maximaal te verwachten hoeveelheid (Q_{max}) werd een hoeveelheid beschouwd die bekomen wordt door vermenigvuldiging van de gemiddelde hoeveelheid met een factor die, volgens de berekende standaardafwijking van de te verwerken hoeveelheid, voor de beschouwde periode, met 95 % kans op zekerheid als maximum per zone mag worden aangezien. Het is dan ten opzichte van deze maximumhoeveelheden dat de jaarlijkse produktiekapaciteit (P_{max}) van de installatie wordt gedimensioneerd.

Voor het berekenen van de jaarkapaciteit van de installatie kan worden verondersteld dat ofwel de totale aanvoer (Q_{max}), ofwel slechts een gedeelte wordt bestraald.

Drie veronderstellingen werden voor de berekeningen weerhouden, nl. :

(a) Totale aanvoer bestraald :

$$P_{max} = Q_{max} = 1,75 Q_x^- \text{ (Zone I en II)}$$

$$P_{max} = Q_{max} = 1,50 Q_x^- \text{ (Zone III en IV)}$$

(b) Slechts 80 % van de aanvoer wordt bestraald :

$$P_{max} = 0,8 Q_{max} = 1,4 Q_x^- \text{ (Zone I en II)}$$

$$P_{max} = 0,8 Q_{max} = 1,2 Q_x^- \text{ (Zone III en IV)}$$

Tabel 46 (a) - Te bestralen hoeveelheden, in ton per jaar.

Zone I

Bestemming	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Gemiddelde (Q_x)
Ongepelde	2.148	2.016	1.291	1.277	2.611	2.489	1.972
Gepelde	177	177	126	108	204	142	156
Totaal	2.325	2.193	1.417	1.385	2.815	2.631	2.128

Statistische maximumwaarde van het totaal : $Q_{\max} = 2.128 \times 1,75 = 3.724$ ton/jaar.

Zone II

Bestemming	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Gemiddelde (Q_x)
Ongepelde	2.051	2.484	1.295	1.478	926	1.462	1.616
Gepelde	932	957	625	490	737	874	769
Totaal	2.983	3.441	1.920	1.968	1.663	2.336	2.385

Statistische maximumwaarde van het totaal : $Q_{\max} = 2.385 \times 1,75 = 4.175$ ton/jaar.

Tabel 46 (b) - Te bestralen hoeveelheden, in ton per jaar.

Zone III

Bestemming	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Gemiddelde (Q_x)
Ongepelde	360	403	256	342	308	430	350
Gepelde	973	1.088	691	923	830	1.161	944
Totaal	1.333	1.491	947	1.265	1.138	1.591	1.294

Statistische maximumwaarde van het totaal : $Q_{\max} = 1.294 \times 1,50 = 1.941$ ton/jaar

Zone IV

Bestemming	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Gemiddelde (Q_x)
Ongepelde	511	564	414	429	367	518	467
Gepelde	1.378	1.521	1.116	1.157	991	1.399	1.260
Totaal	1.889	2.085	1.530	1.586	1.358	1.917	1.727

Statistische maximumwaarde van het totaal : $Q_{\max} = 1.727 \times 1,50 = 2.590$ ton/jaar.

(c) Slechts 60 % van de aanvoer wordt bestraald :

$$P_{\max} = 0,6 Q_{\max} \approx 1,05 Q_x^- \text{ (Zone I en II)}$$

$$P_{\max} = 0,6 Q_{\max} \approx 0,90 Q_x^- \text{ -Zone III en IV)}$$

Om rekening te kunnen houden met de jaarlijkse schommelingen in de aanvoer en de invloed ervan te evalueren op de kostprijs bij een lagere aanvoer en lagere verwerkingshoeveelheid (Q) ten opzichte van de maximum berekende jaarkapaciteit van de installatie (P_{\max}), werd de kostprijs eveneens berekend bij verschillende percentages van de voorzienene maximum capaciteit. De weerhouden percentages zijn opgenomen in tabel 47. Deze tabel geeft ook de verhouding aan ten opzichte van de maximum (Q_{\max}) en de gemiddelde aanvoer (Q_x).

2. Seizoenspreiding en werkregime.

Rekening gehouden met de maandelijks spreiding van de aanvoer, als gevolg van de seizoeninvloeden zoals die ook in tabel 34 is aangegeven, werd aan de hand van de statistische gegevens van de laatste zes jaar, de procentuele aanvoer gedurende de topmaand oktober (tabel 48) en gedurende de vier aanvullende maanden hoogseizoen (tabel 49) berekend.

Op basis van deze cijfers werden als maximum-spreiding per maand, voor de vier zones, volgende procenten van de totale jaarlijkse hoeveelheden als te bestralen verondersteld :

gedurende 1 maand (oktober) : 20 %

gedurende 4 maanden : 50 %

gedurende 7 maanden : 30 %

Voor het berekenen van de maximum uurkapaciteit van de installatie (p_{\max}) werd vooropgesteld dat de installatie de aanvoer gedurende de topmaand moet kunnen verwerken, nl. 20 % van Q_{\max} .

Tabel 47 - Procentuele aangevoerde en te bestralen hoeveelheden (Q) t.o.v. de maximum capaciteit (P_{\max}) en aanvoer (Q_{\max}) die voor de kostprijsberekening in aanmerking werden genomen.

Percent. t.o.v. P_{\max} (Q/P_{\max})	Percent. t.o.v. Q_{\max} (Q/Q_{\max})	Percent. t.o.v. Q_x (Q/Q_x)	
Zone I - IV	Zone I - IV	Zone I en II	Zone II en IV
Totale aanvoer bestraald			
100	100	175	150
86	86	151	130
80	80	139	120
60	60	105	90
50	50	87	75
40	40	70	60
20	20	35	30
80 % van de aanvoer bestraald			
100	80	140	120
75	60	105	90
63	50	87	75
50	40	70	60
25	20	35	30
60 % van de aanvoer bestraald			
100	60	105	90
83	50	87	75
67	40	70	60
33	20	35	30

Tabel 48 - Percent van de totale aanvoer gedurende de topmaand (oktober).

Jaar	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV
1969	19,4	13,0	18,7	16,1
1970	12,4	12,3	14,0	14,3
1971	22,5	18,5	22,8	22,3
1972	19,7	12,5	18,1	14,8
1973	16,7	16,6	20,3	22,9
1974	10,7	11,5	13,9	17,0
\bar{x}	16,9	14,1	18,0	17,9

Aangenomen maximum voor de vier zones : 20 %.

Tabel 49 - Percent van de totale aanvoer gedurende vier maanden van het hoogseizoen.

Jaar	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV
1969	41,3	41,8	51,2	38,9
1970	38,1	33,5	43,1	41,3
1971	53,8	50,6	64,6	60,1
1972	50,0	50,8	51,9	45,2
1973	48,7	43,0	45,5	41,3
1974	36,7	34,5	44,5	40,9
\bar{x}	44,8	42,4	50,1	44,8

Aangenomen maximum voor de vier zones : 50 %.

Deze hoeveelheid kan worden verwerkt op een verschillend aantal uren, naargelang het ingevoerde werkregime.

Drie mogelijke werkregimes werden voor deze kostenbenadering in aanmerking genomen, nl.

(a) Werkregime 3-2-1 :

Drie ploegen werken tijdens de topmaand, twee ploegen tijdens het hoogseizoen en één ploeg tijdens het laagseizoen.

(b) Werkregime 2-1-1 :

Twee ploegen werken tijdens de topmaand en één ploeg tijdens het hoog- en laagseizoen.

(c) Werkregime 1-1-1 :

Eén ploeg werkt gedurende gans het jaar.

Verder werd als algemeen werkschema gesteld dat wordt gewerkt gedurende :

- 300 dagen per jaar ;
- 25 dagen per maand ;
- 5 dagen per week ;
- 7,5 uren per dag en per ploeg.

Dit komt naargelang het werkregime neer op het volgende aantal effectieve werkuren :

3-2-1 : Topmaand : 562,5 h
Hoogseizoen : 1.500 h
Laagseizoen : 1.312,5 h
Totaal : 3.375 h per jaar.

2-1-1 : Topmaand : 375 h
Hoogseizoen : 750 h
Laagseizoen : 1.312,5 h
Totaal : 2.437,5 h per jaar.

1-1-1 : Topmaand : 187,5 h
Hoogseizoen : 750 h
Laagseizoen : 1.312,5 h
Totaal : 2.250 h per jaar.

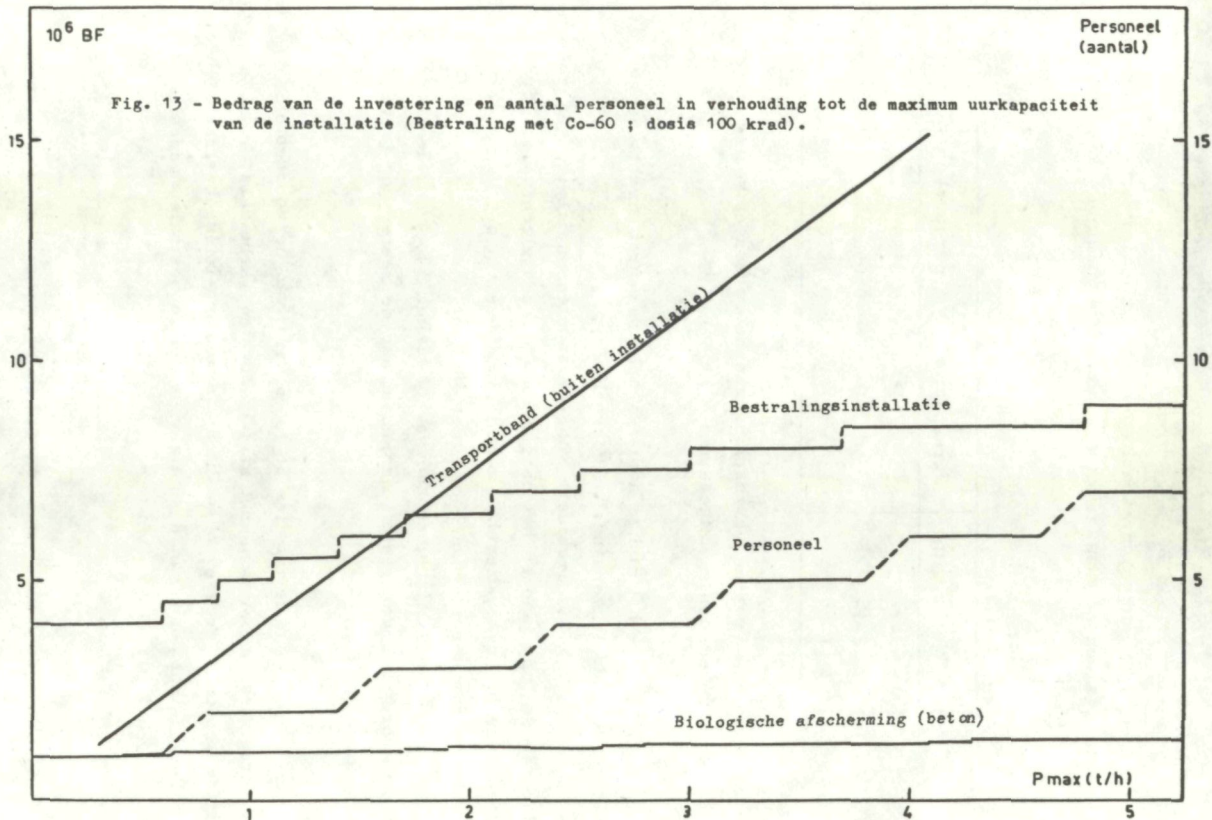
Volgens de aangenomen aanvoerspreiding en de maximum aanvoer van 20 % gedurende de topmaand, werden de respektievelijke nodige uurcapaciteiten voor de drie werkregimes berekend als een percentage van de jaarlijkse maximum capaciteit (P_{\max}) :

Werkregime	Uurcapaciteit (ton per uur)
3-2-1	$P_{\max} \times 0,0355 \%$
2-1-1	$P_{\max} \times 0,0533 \%$
1-1-1	$P_{\max} \times 0,1066 \%$

Voor de verrekening van de personeelskosten werd van volgende elementen uitgegaan :

- het nodige aantal arbeiders wordt slechts aange-rekend voor de te verhandelen hoeveelheid ;
- de arbeiders voor de supplementaire ploegen ge-durende de topmaand en het hoogseizoen worden slechts bezoldigd gedurende het respektievelijk aantal twaalfden van het jaar ; de be-zoldiging wordt echter verhoogd met 30 % ;
- bij lagere aanvoer of kleinere te bestralen hoevee-lheden wordt het werkregime aangepast aan de resterende te verwer-ken hoeveelheid.

In de tabellen 50 tot 61 zijn van de voorgestelde werkregimes en per zone het aantal voorziene arbeiders en de jaar-lijkse kosten weergegeven en dit in verhouding tot de bestraalde hoe-veelheid (afhankelijk van de optie voor het te bestralen gedeelte van de aanvoer) (fig. 13).



Tabel 50 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone I : Totale aanvoer bestraald).

Q/P_{\max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 3 - 2 - 1$				
100	3,724	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
86	3,203	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
80	2,979	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
60	2,234	2-1-1	2/12+2	1,185
50	1,862	2-1-1	2/12+2	1,185
40	1,490	2-1-1	2/12+2	1,185
20	745	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 2 - 1 - 1$				
100	3,724	2-1-1	4/12+4	1,85
86	3,217	2-1-1	4/12+4	1,85
80	2,979	2-1-1	4/12+4	1,85
60	2,234	2-1-1	2/12+2	1,185
50	1,862	2-1-1	2/12+2	1,185
40	1,490	2-1-1	2/12+2	1,185
20	745	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 1 - 1 - 1$				
100	3,724	1-1-1	7	2,62
86	3,217	1-1-1	6	2,32
80	2,979	1-1-1	6	2,32
60	2,234	1-1-1	5	2,02
50	1,862	1-1-1	4	1,72
40	1,490	1-1-1	2	1,12
20	745	1-1-1	2	1,12

Tabel 51 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone I : 80 % van de aanvoer bestraald).

Q/P_{\max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 3 - 2 - 1$				
100	2.979	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
75	2.234	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
63	1.862	2-1-1	2/12+2	1,185
50	1.490	2-1-1	2/12+2	1,185
25	745	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 2 - 1 - 1$				
100	2.979	2-1-1	4/12+4	1,85
75	2.234	2-1-1	2/12+2	1,185
63	1.862	2-1-1	2/12+2	1,185
50	1.490	1-1-1	2	1,12
25	745	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 1 - 1 - 1$				
100	2.979	1-1-1	6	2,32
75	2.234	1-1-1	5	2,02
63	1.862	1-1-1	4	1,72
50	1.490	1-1-1	2	1,12
25	745	1-1-1	2	1,12

Tabel 52 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone I : 60 % van de aanvoer bestraald).

Q/P_{\max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 3 - 2 - 1$				
100	2.234	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
83	1.862	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
67	1.490	2-1-1	2/12+2	1,185
33	745	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 2 - 1 - 1$				
100	2.234	2-1-1	2/12+2	1,185
83	1.862	2-1-1	2/12+2	1,185
67	1.490	2-1-1	2/12+2	1,12
33	745	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 1 - 1 - 1$				
100	2.234	1-1-1	5	2,02
83	1.862	1-1-1	4	1,72
67	1.490	1-1-1	2	1,12
33	745	1-1-1	2	1,12

Tabel 53 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone II : Totale aanvoer bestraald).

Q/P _{max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} = 3 - 2 - 1$				
100	4.174	3-2-1	6/12+1+3	2,005
86	3.590	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
80	3.339	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
60	2.504	2-1-1	2/12+2	1,185
50	2.087	2-1-1	2/12+2	1,185
40	1.670	2-1-1	2/12+2	1,185
20	835	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 2 - 1 - 1$				
100	4.174	2-1-1	4/12+4	1,85
86	3.607	2-1-1	4/12+4	1,85
80	3.339	2-1-1	4/12+4	1,85
60	2.504	2-1-1	2/12+2	1,185
50	2.087	2-1-1	2/12+2	1,185
40	1.670	2-1-1	2/12+1	1,185
20	835	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 1 - 1 - 1$				
100	4.174	1-1-1	7	2,62
86	3.607	1-1-1	6	2,32
80	3.339	1-1-1	6	2,32
60	2.504	1-1-1	5	2,02
50	2.087	1-1-1	4	1,72
40	1.670	1-1-1	4	1,72
20	835	1-1-1	2	1,12

Tabel 54 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone II : 80 % van de aanvoer bestraald).

Q/P_{\max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10^6)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 3 - 2 - 1$				
100	3.339	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
75	2.504	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
63	2.087	2-1-1	2/12+2	1,185
50	1.670	2-1-1	2/12+2	1,185
25	835	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} = 2 - 1 - 1$				
100	3.339	2-1-1	4/12+4	1,85
75	2.504	2-1-1	2/12+2	1,185
63	2.087	2-1-1	2/12+2	1,185
50	1.670	2-1-1	2/12+2	1,185
25	835	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 1 - 1 - 1$				
100	3.339	1-1-1	6	2,32
75	2.504	1-1-1	5	2,02
63	2.087	1-1-1	4	1,72
50	1.670	1-1-1	2	1,12
25	835	1-1-1	2	1,12

Tabel 55 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone II : 60 % van de aanvoer bestraald).

Q/P_{\max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 3 - 2 - 1$				
100	2.504	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
83	2.087	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
67	1.670	2-1-1	2/12+2	1,185
33	835	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 2 - 1 - 1$				
100	2.504	2-1-1	2/12+2	1,185
83	2.087	2-1-1	2/12+2	1,185
67	1.670	2-1-1	2/12+2	1,185
33	835	1-1-1	2	1,12
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} = 1 - 1 - 1$				
100	2.504	1-1-1	5	2,02
83	2.087	1-1-1	4	1,72
67	1.670	1-1-1	4	1,72
33	835	1-1-1	2	1,72

Tabel 56 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone III : Totale aanvoer bestraald).

Q/P _{max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij Q = Q _{max} : 3 - 2 - 1				
100	1.941	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
86	1.669	3-2-1	2/12+4/12+1	1,015
80	1.553	3-2-1	2/12+4/12+1	1,015
60	1.165	3-2-1	2/12+4/12+1	1,015
50	970	2-1-1	1/12+1	0,852
40	776	2-1-1	1/12+1	0,852
20	388	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij Q = Q _{max} : 2 - 1 - 1				
100	1.941	2-1-1	2/12+2	1,185
86	1.669	2-1-1	2/12+2	1,185
80	1.553	2-1-1	2/12+2	1,185
60	1.165	2-1-1	2/12+2	1,185
50	970	1-1-1	2	1,12
40	776	1-1-1	2	1,12
20	388	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij Q = Q _{max} : 1 - 1 - 1				
100	1.941	1-1-1	4	1,72
86	1.669	1-1-1	4	1,72
80	1.553	1-1-1	4	1,72
60	1.165	1-1-1	2	1,12
50	970	1-1-1	2	1,12
40	776	1-1-1	2	1,12
20	388	1-1-1	1	0,82

Tabel 57 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone III : 80 % van de aanvoer bestraald).

Q/P_{\max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 3 - 2 - 1$				
100	1.553	3-2-1	2/12+4/12+1	1,015
75	1.165	3-2-1	2/12+4/12+1	1,015
63	970	2-1-1	1/12+1	0,852
50	776	2-1-1	1/12+1	0,852
25	388	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} = 2 - 1 - 1$				
100	1.553	2-1-1	2/12+2	1,185
75	1.165	2-1-1	2/12+2	1,185
63	970	2-1-1	1/12+1	0,852
50	776	2-1-1	1/12+1	0,852
25	388	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} = 1 - 1 - 1$				
100	1.553	1-1-1	4	1,72
75	1.165	1-1-1	2	1,12
63	970	1-1-1	2	1,12
50	776	1-1-1	2	1,12
25	388	1-1-1	1	0,82

Tabel 58 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone III : 60 % van de aanvoer bestraald).

Q/P_{\max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 3 - 2 - 1$				
100	1.165	3-2-1	2/12+4/12+1	1,015
83	970	3-2-1	2/12+4/12+1	1,015
67	776	2-1-1	1/12+1	0,852
33	388	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 2 - 1 - 1$				
100	1.165	2-1-1	2/12+2	1,185
83	970	2-1-1	1/12+1	0,852
67	776	2-1-1	1/12+1	0,852
33	388	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} = 1 - 1 - 1$				
100	1.165	1-1-1	2	1,12
83	970	1-1-1	2	1,12
67	776	1-1-1	2	1,12
33	388	1-1-1	1	0,82

Tabel 59 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone IV : Totale aanvoer bestraald).

Q/P_{\max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 3 - 2 - 1$				
100	2,590	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
86	2,227	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
80	2,072	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
60	1,554	2-1-1	2/12+2	1,185
50	1,295	2-1-1	2/12+2	1,185
40	1,036	2-1-1	1/12+1	0,852
20	518	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 2 - 1 - 1$				
100	2,590	2-1-1	2/12+2	1,185
86	2,227	2-1-1	2/12+2	1,185
80	2,072	2-1-1	2/12+2	1,185
60	1,554	2-1-1	2/12+2	1,185
50	1,295	1-1-1	2	1,12
40	1,036	1-1-1	2	1,12
20	518	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 1 - 1 - 1$				
100	2,590	1-1-1	5	2,02
86	2,227	1-1-1	5	2,02
80	2,072	1-1-1	4	1,72
60	1,554	1-1-1	4	1,72
50	1,295	1-1-1	2	1,12
40	1,036	1-1-1	2	1,12
20	518	1-1-1	1	0,82

Tabel 60 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheid (Zone IV : 80 % van de aanvoer bestraald).

Q/P_{\max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 3 - 2 - 1$				
100	2.072	3-2-1	4/12+8/12+2	1,51
75	1.554	3-2-1	2/12+4/12+1	1,015
63	1.295	3-2-1	2/12+4/12+1	1,015
50	1.036	2-1-1	1/12+1	0,852
25	518	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 2 - 1 - 1$				
100	2.072	2-1-1	2/12+2	1,185
75	1.554	2-1-1	2/12+2	1,185
63	1.295	2-1-1	2/12+2	1,185
50	1.036	1-1-1	2	1,12
25	518	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 1 - 1 - 1$				
100	2.072	1-1-1	4	1,72
75	1.554	1-1-1	4	1,72
63	1.295	1-1-1	2	1,12
50	1.036	1-1-1	2	1,12
25	518	1-1-1	1	0,82

Tabel 61 - Personeelsbezetting en personeelskosten volgens werkregime en te bestralen hoeveelheden (Zone IV : 60 % van de aanvoer bestraald).

Q/P_{\max} (%)	Q (ton/jaar)	Werkregime	Aantal arbeiders	BF/jaar (10 ⁶)
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 3 - 2 - 1$				
100	1,554	3-2-1	2/12+4/12+1	1,015
83	1,295	3-2-1	1/12+4/12+1	1,015
67	1,036	2-1-1	1/12+1	0,852
33	518	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 2 - 1 - 1$				
100	1,554	2-1-1	2/12+2	1,185
83	1,295	2-1-1	2/12+2	1,185
67	1,036	2-1-1	1/12+1	0,852
33	518	1-1-1	1	0,82
Werkregime (topmaand) bij $Q = Q_{\max} : 1 - 1 - 1$				
100	1,554	1-1-1	4	1,72
83	1,295	1-1-1	2	1,12
67	1,036	1-1-1	2	1,12
33	518	1-1-1	1	0,82

De personeelskosten zijn op volgende basis berekend :

Algemene leiding : 20 % van 600.000 BF/jaar.

Technische leiding : 1 x 400.000 BF/jaar.

Arbeiders : x x 300.000 BF/jaar.

(Supplementaire ploegen à 390.000 BF/jaar).

C. Kostprijs voor Co-60 bestralingsinstallatie.

1. Type installatie en bronsterkte.

Het vooropgestelde type bestraler is in principe analoog aan de visbestralingsinstallatie beschreven door W. S. Gard (22) (fig. 14). Het betreft een bestraler voorzien van een bedieningssysteem dat een continue lading en ontlading toelaat. De in containers verpakte produkten verplaatsen zich rond een bestralingsbron die horizontaal is opgesteld. In principe zijn containereenheden met ongeveer 30 kg produkt te gebruiken. De afmetingen zijn : 30 x 40 x 23,5 cm. Van verpakte en gepelde garnalen kunnen op deze wijze een driehonderdtal zakjes van 100 g (15 x 15 x 1 cm) per container worden geladen. De bestralingskamer is gekoeld om de opwarming van de produkten tijdens de bestraling te beperken.

De gekozen bestralingsbron is Co-60 met relatief hoge specifieke activiteit (50-60 Ci/g) bij lading. Het type bron-element en de afmetingen van de bron zijn zodanig gekozen dat een optimale benutting van de gammastraling mogelijk is en dat er slechts een minimale jaarlijkse of tweejaarlijkse bijvulling noodzakelijk is (13 % per jaar).

De dichtheid van het produkt en de gekozen afmetingen moeten toelaten een efficiëntie of rendement van de stralingsabsorptie van 30 % te bereiken, bij een aanvaardbare verhouding van maximum/minimumdosis in het produkt (1,2 à 1,3/1).

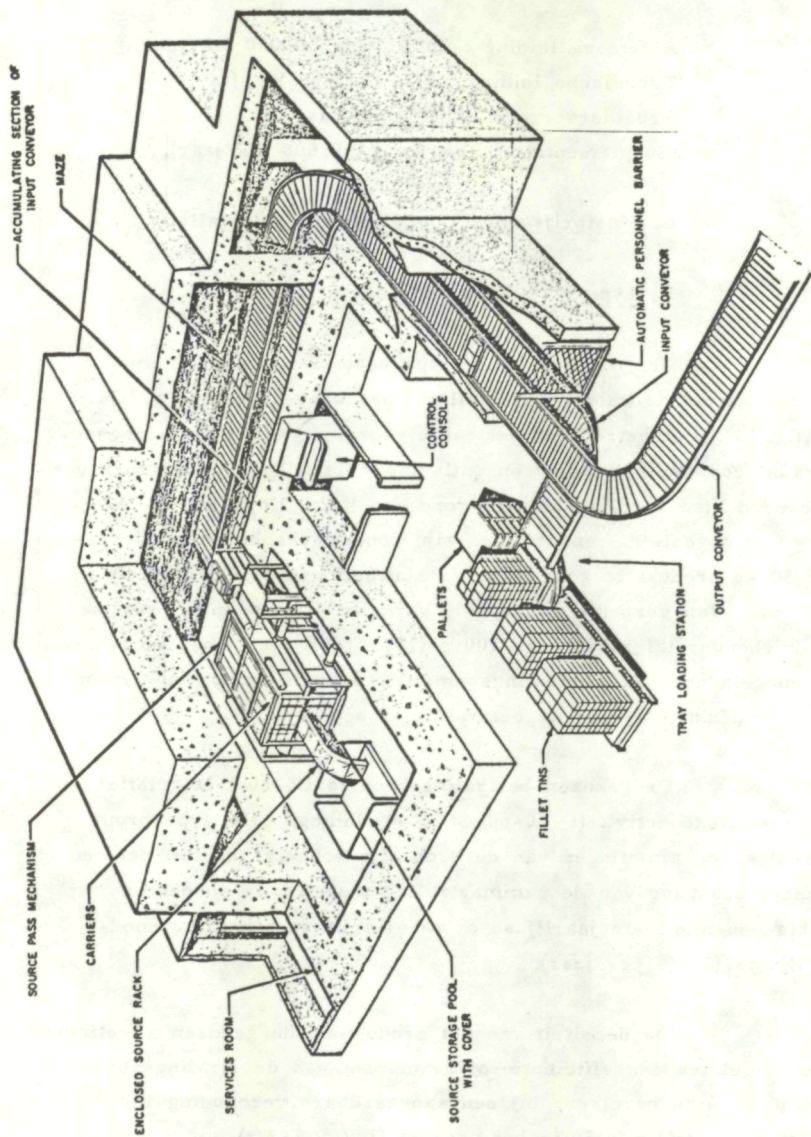


Fig. 14 - Commerciële visbestraler (22).

Bij dit rendement, en aangenomen dat de minimum stralingsdosis 100 krad moet zijn, werd het aantal Curie Co-60 voor deze toepassing als volgt berekend :

$$S = p_{\max} \times 62,5 ;$$

$$S = \text{aantal kCi Co-60} ;$$

$$p_{\max} = \text{mogelijk maximum aantal ton/uur.}$$

Voor de respektievelijke zones en voor de verschillende uurcapaciteiten volgens werkregime en maximum produktiekapaciteit, is de nodige bronsterkte op deze wijze berekend en in tabel 62 weergegeven.

2. Investeringsen.

Uit het oogpunt van vergelijking van de kostprijs voor bestraling met installaties die voor een maximale verwerkingscapaciteit zijn ontworpen, en waar verder geen expansiemogelijkheden voorzien zijn, werden de investering voor de bestralingsinstallatie, de biologische betonafscherming ("shielding") en de aan- en afvoertransportband in verhouding gesteld tot de maximale uurcapaciteit van de installatie.

Op basis van gemiddelde cijfers voor installaties van vergelijkbare types werden de cijfers aangenomen die in fig. 13 zijn weergegeven.

De prijs van de Co-60 bestralingsbron werd bepaald op 22 BF per Ci, transportkosten inbegrepen.

Als gebouw is uitsluitend de infrastructuur voorzien, nodig voor het integreren van de bestralingscel in een bestaand industrieel complex. Als forfaitaire som werd 2 miljoen BF voorzien.

Tabel 62 - Bronsterkte volgens uurcapaciteiten en maximum produktiekapaciteiten per werkregime
(Bestralingsbron : Co-60 ; dosis : 100 krad ; rendement van de installatie : 30 %)

Werkregime (topmaand)	Zone I			Zone II			Zone III			Zone IV		
	P_{\max} (ton/jaar)	ton/h	kCi	P_{\max} (ton/jaar)	ton/h	kCi	P_{\max} (ton/jaar)	ton/h	kCi	P_{\max} (ton/jaar)	ton/h	kCi
	$P_{\max} = 100 \% Q_{\max} = 175 \% Q_x^-$						$P_{\max} = 100 \% Q_{\max} = 150 \% Q_x^-$					
3-2-1	3.724	1,32	82,5	4.174	1,48	92,5	1.941	0,69	43,1	2.590	0,92	57,5
2-1-1	3.724	1,98	123,7	4.174	2,22	138,7	1.941	1,03	64,4	2.590	1,38	86,2
1-1-1	3.724	3,97	248,1	4.174	4,45	278,1	1.941	2,07	129,4	2.590	2,76	172,5
	$P_{\max} = 80 \% Q_{\max} = 140 \% Q_x^-$						$P_{\max} = 80 \% Q_{\max} = 120 \% Q_x^-$					
3-2-1	2.979	1,05	66,9	3.339	1,18	73,7	1.553	0,55	34,4	2.072	0,73	45,6
2-1-1	2.979	1,58	98,7	3.339	1,77	110,6	1.553	0,83	51,9	2.072	1,10	68,7
1-1-1	2.979	3,17	198,1	3.339	3,55	221,9	1.553	1,65	103,1	2.072	2,21	138,1
	$P_{\max} = 60 \% Q_{\max} = 105 \% Q_x^-$						$P_{\max} = 60 \% Q_{\max} = 90 \% Q_x^-$					
3-2-1	2.234	0,79	49,4	2.504	0,89	55,6	1.165	0,41	25,6	1.554	0,55	34,4
2-1-1	2.234	1,19	74,4	2.504	1,33	83,1	1.165	0,62	38,7	1.554	0,83	51,9
1-1-1	2.234	2,38	148,7	2.504	2,67	166,9	1.165	1,24	77,5	1.554	1,65	103,1

De respektievelijke investeringen in verhouding tot de werkgeregimes en de jaarkapaciteit (P_{\max}) zijn weergegeven in tabellen 63-66

Tabel 63 - Investerings, zone I (Bestralingsbron : Co-60 ; dosis : 100 krad).

Werkregime (topmaand)	P_{\max} (ton/jaar)	Bedrag in 10^6 BF					
		B	I	T	S	G	Totaal
Totale aanvoer bestraald							
3-2-1	3.724	1,81	5,5	5	1,1	2	15,41
2-1-1	3.724	2,72	6,5	7,5	1,2	2	19,92
1-1-1	3.724	5,46	8,5	14,5	1,3	2	31,76
80 % van de aanvoer bestraald							
3-2-1	2.979	1,47	5	4	1,1	2	10,02
2-1-1	2.979	2,17	6	6	1,1	2	17,27
1-1-1	2.979	4,36	8	11,5	1,3	2	27,16
60 % van de aanvoer bestraald							
3-2-1	2.234	1,09	4,5	3	1,1	2	12,14
2-1-1	2.234	1,64	5,5	4,5	1,1	2	14,74
1-1-1	2.234	3,27	7	9	1,2	2	20,07

B = bestralingsbron ; I = bestralingsinstallaties ; T = transportband (buiten bestraler) ; S = biologische afscherming (shielding) ; G = gebouw.

Tabel 64 - Investeringsen, zone II (Bestralingsbron : Co-60 ; dosis : 100 krad).

Werkregime (topmaand)	P _{max} (ton/jaar)	Bedrag in 10 ⁶ BF					Totaal
		B	I	T	S	G	
Totale aanvoer bestraald							
3-2-1	4.174	2,03	6	5,5	1,1	2	15,63
2-1-1	4.174	3,05	7	8	1,2	2	21,25
1-1-1	4.174	6,12	8,5	16	1,4	2	34,02
80 % van de aanvoer bestraald							
3-2-1	3.339	1,62	5,5	4,5	1,1	2	14,72
2-1-1	3.339	2,43	6,5	6,5	1,15	2	18,58
1-1-1	3.339	4,88	8	13	1,3	2	29,18
60 % van de aanvoer bestraald							
3-2-1	2.504	1,22	5	3,5	1,1	2	12,82
2-1-1	2.504	1,83	5,5	5	1,1	2	15,88
1-1-1	2.504	3,67	7,5	10	1,25	2	24,42

B = bestralingsbron ; I = bestralingsinstallatie ; T = transportband (buiten bestraler) ; S = biologische afscherming (shielding) ; G = gebouw.

Tabel 65 - Investeringsen, zone III (Bestralingsbron : Co-60 ; dosis : 100 krad).

Werkregime (topmaand)	P _{max} (ton/jaar)	Bedrag in 10 ⁶ BF					
		B	I	T	S	G	Totaal
Totale aanvoer bestraald							
3-2-1	1.941	0,95	4,5	2,7	1,1	2	11,25
2-1-1	1.941	1,42	5	4	1,1	2	13,52
1-1-1	1.941	2,85	6,5	8	1,2	2	20,55
80 % van de aanvoer bestraald							
3-2-1	1.553	0,76	4	2	1,05	2	9,81
2-1-1	1.553	1,14	4,5	3	1,1	2	11,74
1-1-1	1.553	2,27	6	6	1,1	2	17,37
60 % van de aanvoer bestraald							
3-2-1	1.165	0,56	4	1,5	1,05	2	9,11
2-1-1	1.165	0,85	4,5	2,5	1,05	2	10,9
1-1-1	1.165	1,70	5,5	4,5	1,1	2	14,8

B = bestralingsbron ; I = bestralingsinstallatie ; T = transportband (buiten bestraler) ; S = biologische afscherming (shielding) ; G = gebouw.

Tabel 66 - Investerings-, zone IV (Bestralingsbron : Co-60 ; dosis : 100 krad).

Werkregime (topmaand)	P _{max} (ton/jaar)	Bedrag in 10 ⁶ BF					
		B	I	T	S	G	Totaal
Totale aanvoer bestraald							
3-2-1	2.590	1,26	5,5	3,5	1,1	2	12,41
2-1-1	2.590	1,90	5,5	4,5	1,1	2	15,0
1-1-1	2.590	3,79	7,5	10	1,25	2	24,54
80 % van de aanvoer bestraald							
3-2-1	2.072	1,00	4,5	2,7	1,1	2	11,3
2-1-1	2.072	1,51	5	4	1,1	2	13,61
1-1-1	2.072	3,04	7	8	1,2	2	21,24
60 % van de aanvoer bestraald							
3-2-1	1.554	0,76	4	2	1,05	2	9,81
2-1-1	1.554	1,14	4,5	3	1,1	2	11,74
1-1-1	1.554	2,27	6	6	1,15	2	17,42

B = bestralingsbron ; I = bestralingsinstallatie ; T = transportband (buiten bestraler) ; S = biologische afscherming (shielding) ; G = gebouw.

3. Jaarlijkse werkingskosten.

De personeelskosten werden reeds bepaald in punt B. 2 (tabellen 50 tot 61).

De overige kosten werden berekend in verhouding tot de investering volgens onderstaand schema :

(a) Kosten in verhouding tot de bestralingsbron :

Afschrijving : 10 % (10 jaar) ;
Interest : gemiddeld 7 % ;
Aanvulling : 13 % ;
Totaal : 30 %.

(b) Kosten in verhouding tot de bestralingsinstallatie en transportband :

Afschrijving : 10 % ;
Interest : gemiddeld 7 % ;
Onderhoud en energie : 1 % ;
Aanpassing : 1 % ;
Verzekering : 0,2 % ;
Totaal : 19,2 %.

(c) Kosten in verhouding tot de betonafscherming en gebouw :

Afschrijving : 3,3 % (30 jaar) ;
Interest : gemiddeld 7 % ;
Onderhoud : 0,5 % ;
Verzekering : 0,2 % ;
Totaal : 11 %.

Volgens bovenstaande opties kan tot de totale werkingskosten voor de onderscheiden gevallen worden gekomen, zoals die in tabellen 67 tot 70 zijn weergegeven.

Tabel 67 - Totale werkingskosten (WK) en kostprijs per kg, zone I (Bestralingsbron : Co-60 ; dosis : 100 krad).

P _{max} /Q _{max} (%)	Q/P _{max} (%)	Q (ton/jaar)	WK/jaar (10 ⁶ BF)	BF/kg	WK/jaar (10 ⁶ BF)	BF/kg	WK/jaar (10 ⁶ BF)	BF/kg
			Werkregime 3-2-1		Werkregime 2-1-1		Werkregime 1-1-1	
100	100	3.724	4,41	1,18	5,70	1,63	9,04	2,43
	86	3.203	4,41	1,38	5,70	1,78	8,74	2,72
	80	2.979	4,41	1,48	5,70	1,92	8,74	2,94
	60	2.234	4,08	1,83	5,03	2,25	8,44	3,78
	50	1.862	4,08	2,19	5,03	2,70	8,14	4,37
	40	1.490	4,08	2,73	5,03	3,37	7,54	5,06
	20	745	4,02	5,39	4,97	6,67	7,54	10,12
80	100	2.979	4,02	1,35	5,14	1,73	7,73	2,60
	75	2.234	4,02	1,80	4,47	2,00	7,43	3,32
	63	1.862	3,69	1,98	4,47	2,40	7,13	3,83
	50	1.490	3,69	2,48	4,41	2,96	6,53	4,38
	25	745	3,63	4,87	4,41	5,92	6,53	8,76
60	100	2.234	3,62	1,62	3,93	1,76	6,42	2,87
	83	1.862	3,62	1,94	3,93	2,11	6,12	3,29
	67	1.490	3,29	2,21	3,93	2,64	5,52	3,70
	33	745	3,23	4,33	3,87	5,19	5,52	7,41

Tabel 68 - Totale werkingskosten (WK) en kostprijs per kg, zone II (Bestralingsbron : Co-60 ; dosis : 100 krad).

P _{max} /Q _{max} (%)	Q/P _{max} (%)	Q (ton/jaar)	WK/jaar (10 ⁶ BF)	BF/ kg	WK/jaar (10 ⁶ BF)	BF/ kg	WK/jaar (10 ⁶ BF)	BF/ kg
			Werkregime 3-2-1		Werkregime 2-1-1		Werkregime 1-1-1	
100	100	4.174	5,16	1,23	5,99	1,43	9,53	2,28
	86	3.590	4,67	1,30	5,99	1,67	9,23	2,56
	80	3.330	4,67	1,40	5,99	1,80	9,23	2,77
	60	2.504	4,34	1,73	5,32	2,13	8,93	3,57
	50	2.087	4,34	2,08	5,32	2,55	8,63	4,13
	40	1.670	4,34	2,60	5,32	3,19	8,63	5,17
	20	835	4,28	5,12	5,26	6,30	8,03	9,62
80	100	3.339	4,25	1,27	5,43	1,63	8,17	2,45
	75	2.504	4,25	1,70	4,76	1,90	7,87	3,14
	63	2.087	3,92	1,88	4,76	2,28	7,57	3,63
	50	1.670	3,92	2,35	4,76	2,85	7,57	4,53
	25	835	3,86	4,62	4,70	5,63	6,97	8,35
60	100	2.504	3,85	1,54	3,91	1,56	6,84	2,73
	83	2.087	3,85	1,84	3,91	1,87	6,54	3,13
	67	1.670	3,52	2,11	3,91	2,34	6,54	3,39
	33	835	3,46	4,14	3,84	4,60	5,94	7,11

Tabel 69 - Totale werkingskosten (WK) en kostprijs_per kg, zone III (Bestralingsbron : Co-60 ; dosis : 100 krad)

P _{max} /Q _{max} (%)	Q/P _{max} (%)	Q (ton/jaar)	WK/jaar (10 ⁶ BF)	BF/kg	WK/jaar (10 ⁶ BF)	BF/kg	WK/jaar (10 ⁶ BF)	BF/kg
			Werkregime 3-2-1		Werkregime 2-1-1		Werkregime 1-1-1	
100	100	1.941	3,51	1,81	3,68	1,90	5,70	2,94
	86	1.669	3,01	1,80	3,68	2,20	5,70	3,41
	80	1.553	3,01	1,94	3,68	2,36	5,70	3,67
	60	1.165	3,01	2,59	3,68	3,80	5,10	4,38
	50	970	2,85	2,94	3,62	3,73	5,10	5,26
	40	776	2,85	3,67	3,62	4,66	5,10	6,57
	20	388	2,82	7,27	3,32	8,56	4,80	12,37
80	100	1.553	2,72	1,75	3,30	2,13	5,04	3,25
	75	1.165	2,72	2,34	3,30	2,84	4,44	3,81
	63	970	2,56	2,64	2,97	3,06	4,44	4,58
	50	776	2,56	3,30	2,97	3,83	4,44	5,72
	25	388	2,53	6,52	2,94	7,58	4,14	10,67
60	100	1.165	2,57	2,21	3,10	2,66	3,89	3,33
	83	970	2,57	2,65	2,77	2,86	3,89	4,01
	67	776	2,41	3,11	2,77	3,57	3,89	5,01
	33	388	2,38	6,13	2,74	7,06	3,59	9,25

Tabel 70 - Totale werkingskosten (WK) en kostprijs per kg, zone IV (Bestralingsbron : Co-60; dosis : 100 krad).

P _{max} /Q _{max} (%)	Q/P _{max} (%)	Q (ton/jaar)	WK/jaar	BF/kg	WK/jaar	BF/kg	WK/jaar	BF/kg
			(10 ⁶ BF)		(10 ⁶ BF)		(10 ⁶ BF)	
			Werkregime 3-2-1		Werkregime 2-1-1		Werkregime 1-1-1	
100	100	2.590	3,86	1,49	4,01	1,55	6,87	2,65
	86	2.227	3,86	1,73	4,01	1,80	6,87	3,08
	80	2.072	3,86	1,86	4,01	1,94	6,57	3,17
	60	1.554	3,54	2,28	4,01	2,58	6,57	4,23
	50	1.295	3,54	2,73	3,95	3,05	5,97	4,61
	40	1.036	3,20	3,09	3,95	3,81	5,97	5,76
	20	518	3,17	6,12	3,65	7,05	5,67	10,94
80	100	2.072	3,53	1,70	3,70	1,79	5,86	2,83
	75	1.554	3,03	1,95	3,70	1,98	5,86	3,77
	63	1.295	3,03	2,34	3,70	2,37	5,26	4,06
	50	1.036	2,87	2,77	3,64	3,51	5,26	5,08
	25	518	2,84	5,48	3,34	6,45	4,96	9,57
60	100	1.554	2,72	1,75	3,30	2,13	5,05	3,25
	83	1.295	2,72	2,10	3,30	2,55	4,45	3,44
	67	1.036	2,56	2,47	2,97	2,87	4,45	4,29
	33	518	2,53	4,88	2,94	5,67	4,15	8,01

4. Berekende kostprijs.

In tabellen 67 tot 70 zijn de berekende kostprijzen in verhouding tot een bestraalde jaarlijkse hoeveelheid vermeld.

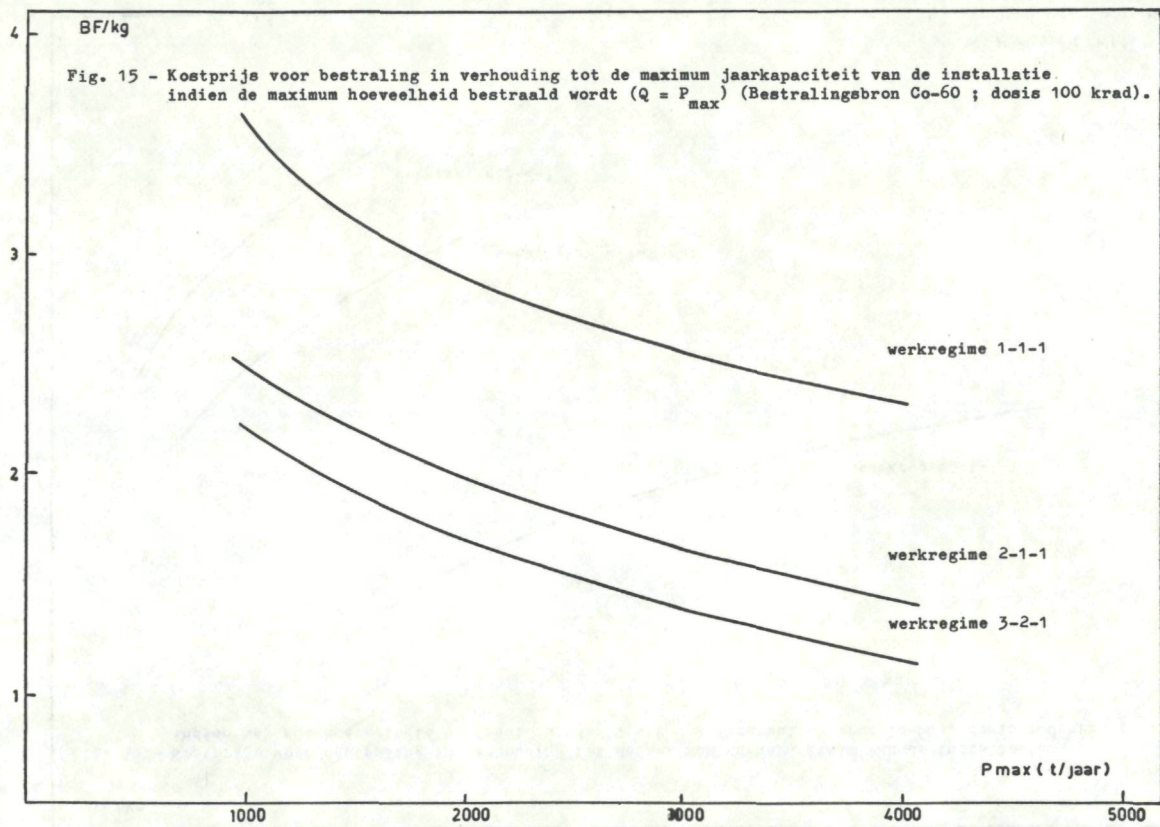
De uit deze tabellen afgeleide kurve die de kostprijs voor de drie werkregimes in verhouding tot de jaarlijkse produktie aangeeft, indien de bestraalde hoeveelheid met de maximumkapaciteit van de installatie overeenstemt, is in fig. 15 weergegeven. Op dezelfde wijze en onder dezelfde voorwaarden is eveneens de kostprijs berekend in verhouding tot de maximum uurkapaciteit (fig. 16).

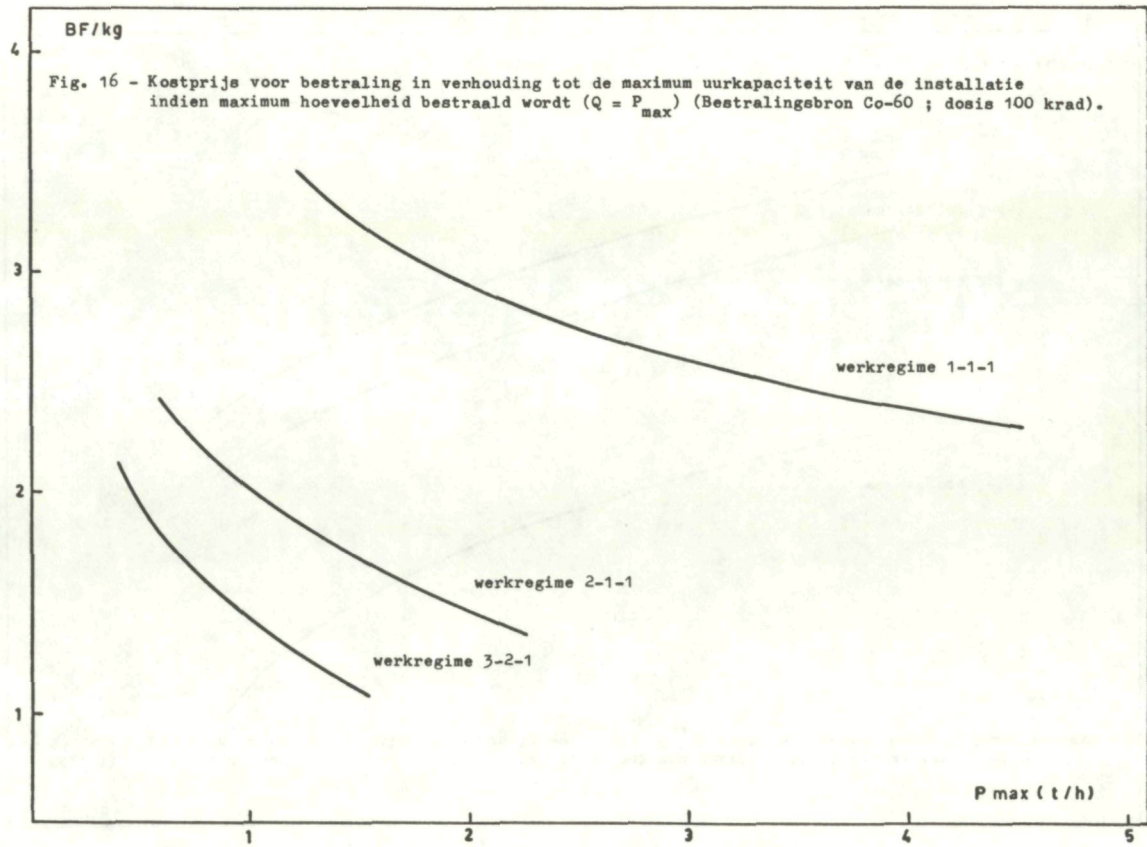
Uit de tabellen 67-70 en de daaruit afgeleide figuren 15 en 16 is het mogelijk de procentuele verhoging van de kostprijs te bepalen voor het geval dat de installatie slechts zou gedimensioneerd zijn voor een maximum capaciteit, die 10 % of 40 % lager ligt dan de maximum mogelijk geschatte aanvoer (Q_{max}). Het resultaat is weergegeven in tabel 71.

Tabel 71 - Procentuele kostprijsverhoging voor verminderde maximale aanvoer t. o. v. maximum capaciteit.

Jaarlijkse produktiekapaciteit (P_{max}/Q_{max}) (%)	Werkregime	Prijs ($P_{max} = x \% Q_{max}$) $100 \times \frac{\text{Prijs } (P_{max} = x \% Q_{max})}{\text{Prijs } (P_{max} = Q_{max})}$ (a)
80	3 - 2 - 1	114 (110 - 117)
	2 - 1 - 1	112 (108 - 114)
	1 - 1 - 1	107
60	3 - 2 - 1	130 (122 - 139)
	2 - 1 - 1	125 (119 - 131)
	1 - 1 - 1	117

(a) Gemiddelde voor de vier zones, met minimum en maximum.





Uit dezelfde tabellen en figuren kan ook worden opgemaakt, welke de invloed is op de kostprijs van de schommelingen in de aanvoer en te bestralen hoeveelheden (Q) die kleiner zijn dan de berekende maximum hoeveelheid. De procentuele verhoging van de kostprijs als gemiddelde voor de vier zones en voor de onderscheiden werkregimes wordt in tabel 72. gegeven.

Tabel 72 - Invloed van de aanvoerschommelingen op de kostprijs (in percent).

Jaarlijkse bestraalde hoeveelheid (Q/P_{\max}) (%)	Prijs ($Q = x \% P_{\max}$) $100 \times \frac{\text{Prijs } (Q = P_{\max})}{\text{Prijs } (Q = P_{\max})}$
90	108
80	121
70	136
60	155
50	179

Tenslotte is het mogelijk op grond van de voorgaande gegevens, per zone en voor de drie werkregimes, de vergelijkende kostprijs aan te geven voor de bestraling van de gemiddelde aanvoer (Q_x) van de laatste zes jaar (tabel 46) en in installaties die gedimensioneerd zijn voor de maximale berekende aanvoer (Q_{\max}). Er kan worden aangegeven hoe hoog de prijs zou liggen indien systematisch slechts 80 % of 60 % van de gemiddelde aanvoer wordt bestraald in installaties ontworpen voor 80 % of 60 % van de maximaal verwachte aanvoer. De bekomen waarden zijn in tabel 73 vervat.

Tabel 73 - Vergelijkende kostprijs in BF/kg voor bestraling van de gemiddelde aanvoer (bestralingsbron Co-60 ; dosis 100 krad).

Zone	Aanvoer bestraald (10^3 ton/jaar)	Maximum capaciteit installatie (10^3 ton/jaar)	Werkregime		
			3-2-1	2-1-1	1-1-1
I	$Q_{\bar{x}} = 2,1$	$Q_{\max} = 3,7$	1,94	2,36	3,87
II	$Q_{\bar{x}} = 2,4$	$Q_{\max} = 4,2$	1,80	2,22	3,73
III	$Q_{\bar{x}} = 1,3$	$Q_{\max} = 1,9$	2,44	2,84	4,15
IV	$Q_{\bar{x}} = 1,7$	$Q_{\max} = 2,6$	2,13	2,50	3,79
I	0,8 $Q_{\bar{x}} = 1,7$	0,8 $Q_{\max} = 3,0$	2,25	2,69	4,15
II	0,8 $Q_{\bar{x}} = 1,9$	0,8 $Q_{\max} = 3,3$	2,11	2,53	4,00
III	0,8 $Q_{\bar{x}} = 1,0$	0,8 $Q_{\max} = 1,5$	2,68	3,08	4,43
IV	0,8 $Q_{\bar{x}} = 1,4$	0,8 $Q_{\max} = 2,1$	2,38	2,77	4,06
I	0,6 $Q_{\bar{x}} = 1,3$	0,6 $Q_{\max} = 2,2$	2,62	3,06	4,54
II	0,6 $Q_{\bar{x}} = 1,4$	0,6 $Q_{\max} = 2,5$	2,48	2,92	4,37
III	0,6 $Q_{\bar{x}} = 0,8$	0,6 $Q_{\max} = 1,2$	2,98	3,38	4,86
IV	0,6 $Q_{\bar{x}} = 1,0$	0,6 $Q_{\max} = 1,5$	2,68	3,08	4,43

D. Vergelijkende kostprijs met andere bestralingsbronnen.

In de literatuur zijn weinig vergelijkbare cijfers voorhanden die betrekking hebben op de toepassing van verschillende bestralingsbronnen voor hetzelfde type produkt, bij dezelfde dosis en voor een vrijwel gelijke produktiekapaciteit.

Om de vergelijkende kostprijsberekening voor het bestralen van garnalen tot een gebruik van andere mogelijke bestralingsbronnen, die hoger werden vermeld door te trekken, kan evenwel naar twee studies worden verwezen.

Het geldt cijfers voor bestraling aan dezelfde dosis en voor installaties met een vergelijkbaar niveau van efficiëntie en aangepast aan de bedoelde toepassing. De uurcapaciteit is eveneens vergelijkbaar, doch het werkregime ligt anders. Alhoewel het aantal werkuren ongeveer overeenstemt, gaat het in de voorbeelden over een gelijkmatig gespreide produktie. De uurcapaciteiten, die bepalend zijn voor de dimensionering van de installaties, zijn, voor een eventueel gelijke jaarproduktie, in de huidige berekeningen voor de Co-60 installatie hoger, omdat rekening werd gehouden met een sterke piekbelasting gedurende de topmaand.

Als vergelijking kunnen in de eerste plaats de gegevens van Hofmann (30) worden vermeld. Deze gegevens laten toe het onderscheid tussen een bestraling met Co-60, Cs-137 en een X-stralen apparaat van 200 kV/2,5A te evalueren.

Voor een 100 krad-dosis en een installatie met een uurcapaciteit van 2-3 ton per uur zijn de vergelijkende cijfers in tabel 74 vervat.

Tabel 74 - Kostprijs voor bestraling (dosis 100 krad).

Produktie per jaar (10 ³ ton)	Werkuren per jaar	Co-60 (a)		Cs - 137 (b)		X-stralen (c)	
		BF/kg	$\frac{a}{a}$	BF/kg	$\frac{b}{a}$	BF/kg	$\frac{c}{a}$
4- 6	2.000	2,0-3,1	1	2,0-3,7	1,12	1,3-1,5	0,55
8-12	4.000	1,1-1,6	1	1,1-1,8	1,07	0,8-1,0	0,67

In de tweede plaats zijn er de gegevens van Brynjolfsson (7), die cijfers geeft voor bestraling met Co-60 en met een lineaire versneller van 10 Mev. Voor eenzelfde 100 krad-dosis en 2-3 ton per uur capaciteit zijn de waarden in tabel 75 weergegeven.

Tabel 75 - Kostprijs voor bestraling (dosis 100 krad)

Productie per jaar (10 ³ ton)	Werkuren per jaar	Co-60 (a)		Lin. versneller (b)	
		BF/kg	$\frac{a}{a}$	BF/kg	$\frac{b}{a}$
4 - 6	2.000	0,8 - 1,15	1	0,95-1,35	1,15
8 - 12	4.000	0,4 - 0,6	1	0,55-0,8	1,35

Door de verschillende wijze van benadering en het verschil in de uitgangsgegevens voor investering en procentuele werkingskosten, gelden de bekomen bestralingsprijzen per kg produkt slechts als een aanwijzing. Het is ook zo, dat de waarden duidelijk lager liggen, omdat de jaarlijks verwerkte hoeveelheden belangrijk hoger zijn dan degene die in onderhavige studie werden weerhouden.

De onderlinge verhoudingen zijn echter voldoende belangrijk om een richting aan te geven. Grosso modo kan worden besloten dat toepassing van Cs-137 ongeveer 12 % duurder zou uitkomen, X-stralen zouden een merkkelijk goedkopere techniek zijn, terwijl een lineaire versneller een kostprijs zou geven die ongeveer 15 % hoger ligt. Zoals echter bij de bespreking van de technologische mogelijkheden voor bestraling werd vermeld, is het niet zonder meer mogelijk de verschillende bestralingstechnieken met elkaar te vergelijken, zonder nader in te gaan op alle criteria die aan de basis liggen van de uiteindelijke optie. Een oordeel over de toepasselijkheid van de een of andere techniek is in het huidig stadium van ontwikkeling van de bestralingstoepassing even belangrijk als een oordeel over de kostprijs zelf. Het is ook zo, dat door het nog ongelijke ontwikkelingsniveau van de beschouwde stralingsapparatuur en door het ontbreken van resultaten van vergelijkbaar pilootonderzoek, uitgevoerd met aangepaste installaties, de extrapolatie van de gevonden verschillen nog niet verantwoord is.

Besluiten.

Garnalen (Crangon vulgaris Fabr.) zijn ongetwijfeld produkten waarvoor in de EEG een verzekerde afzet bestaat, doch het kan niet worden ontkend, dat procédés die tot verlenging van de houdbaarheid van het zo bederfelijk produkt bijdragen, de vraag nog kunnen verruimen.

Het procédé bestraling van garnalen had de jongste jaren, voornamelijk in België, Duitsland (B.R.) en Nederland, ruime researchbelangstelling. Deze belangstelling kreeg een impuls door de acties van het Bureau Eurisotop.

1. Houdbaarheidsverlenging.

Het bestralen van garnalen heeft een gevoelige verlenging van de houdbaarheid tot gevolg. Een dosis van 100 krad blijkt hierbij optimaal te zijn.

De houdbaarheidsverlenging is afhankelijk van de kwaliteit van garnalen, het al dan niet gepeld zijn, het zoutgehalte en de bewaar temperatuur.

Voor bestraalde gepelde garnalen met een zoutgehalte van ca 3,5 % bij 2° C bewaard, bedraagt de houdbaarheid gemiddeld 26 dagen t. o. v. 15 voor de onbestraalde garnalen. Voor ongepelde garnalen is deze periode enkele dagen korter. Voor bestraalde gepelde garnalen met een zoutgehalte van slechts ca 1 % en bij 4° C bewaard, is de houdbaarheid gemiddeld 8 dagen t. o. v. 3 dagen voor de onbestraalde.

De zuurstofdoorlaatbaarheid van de verpakking, die een invloed heeft bij niet-bestraalde garnalen, blijkt bij bestraalde garnalen geen rol te spelen. Vacuumverpakken is evenwel voor deze

laatste niet geschikt, omdat de textuur niet meer acceptabel is.

Bij piekaanvoeren waarbij de totale hoeveelheid garnalen niet op dezelfde dag kan worden bestraald, kan het aangewezen zijn een kleine hoeveelheid benzoëzuur toe te voegen. Dit zuur heeft een synergistisch effect met de bestraling. De houdbaarheid wordt voor een opslagtemperatuur van 4° C voor gepelde garnalen (1 % zout) gemiddeld van 8 tot 17 dagen en voor ongepelde van 8 tot 12 dagen opgevoerd.

2. Wholesomeness-aspecten.

Het Clostridium botulinum-probleem speelt voor bestraalde garnalen geen rol op voorwaarde dat de bewaartemperatuur de 3-4° C niet overschrijdt.

Het bestralen vermindert gevoelig het aantal Stafylococci, Enterococci en Enterobacteriaceae en verbetert aldus de hygiënische kwaliteit van de garnalen.

Voedertesten op proefratten hebben aangetoond dat er geen aanwijzingen zijn dat de wholesomeness van garnalen door bestralen in het gedrang komt.

3. Kostenaspecten.

De kosten voor de verlenging van de houdbaarheid variëren, in functie van een aantal opties, tussen 2 F en 5 F per kg.

Deze kostprijs is echter afhankelijk van een aantal technische en organisatorische factoren die samen moeten worden geëvalueerd.

De voornaamste kostenbepalende elementen in dit verband zijn : de keuze van het type bestraling en de productiecapaciteit van de installatie. Laatstgenoemd element wordt op zijn beurt door de te bestralen hoeveelheid beïnvloed.

Ten aanzien van de te bestralen hoeveelheid zijn nog drie factoren in aanmerking te nemen, nl. de grote spreiding van de aanvoer, de sterke aanvoerschommelingen en de verhandelings- en verkoopgewoonten. Een en ander heeft bij de kostprijsberekening geleid tot zonevorming en tot de keuze van bepaalde werkregimes.

De juiste lokalizing van de bestralingsinstallatie valt nog nader te bepalen, zodat bij de kostprijzen geen rekening werd gehouden met de transportkosten van de havens tot de installatie.

Voor de kostprijsberekening werd uitgegaan van een Co-60 installatie. Er werd niettemin ook een vergelijkend onderzoek verricht ten aanzien van de kostprijs met andere bestralingsbronnen.

Uit dit onderzoek, en naargelang de omstandigheden, bleek, dat toepassing van Cs-137 ongeveer 12 % duurder zou uitkomen, X-stralen een merkkelijk goedkopere techniek zou zijn terwijl een lineaire versneller een kostprijs zou vergen die ongeveer 15 % hoger ligt.

*

* *

Bij de invoering van de bestralingstechniek voor gar-
nalen moeten anderzijds nog drie moeilijkheden worden opgelost, nl.
het bewijs van de onschadelijkheid te leveren aan de overheid, de
industrie en de verbruiker, het bewijs dat de kostprijsverhoging op-
weegt tegenover de verlenging van de houdbaarheid en het bewijs dat

de technische uitvoerbaarheid op industrieel niveau gezien, geen uitzonderlijke moeilijkheden oplevert en voldoende tot ontwikkeling is gekomen.

Om deze drie knelpunten te kunnen ondervangen, is op het huidige ogenblik een piloot-schaal uitvoering onontbeerlijk.

Hierbij moeten de verschillende technieken aan bod komen, m. a. w. er moet een optimaliseringsstudie worden uitgevoerd van het bron- en installatieconcept, het produkt, de wijze van verpakking van het produkt en de combinatie met andere te bestralen produkten.

De rendabiliteit van de technieken moet voor ieder individueel geval worden berekend aan de hand van de opgegeven kostprijzen.

Tenslotte is een marktstudie eveneens noodzakelijk om de aanvaardbaarheid van het produkt door de verbruiker te kunnen vastleggen.

LITERATUUR.

- (1) Adriaanse, A. : J. Sci. Fd Agric. 22, 498 (1971).
- (2) Amano, K. en Tozawa, H. : in : Freezing and Irradiation of Fish, Ed. R. Kreuzer (FAO), Fishing News (Books) Ltd., London (1969).
- (3) Anderson, A. : in : Freezing and Irradiation of Fish, Ed. R. Kreuzer (FAO), Fishing News (Books) Ltd., London (1969).
- (4) Bott, T., Deffnes, J. en Foster, E. : in : Proceedings of the Fifth Symposium on Food Microbiology, Chapman and Hall, London (1967).
- (5) Brouqui, M. en Eymery, R. : in : Radiation Preservation of Fish, IAEA, Vienna (1973).
- (6) Brynjolfsson, A. : Machine irradiation source and irradiation technology, Chem. Eng., Prog. Symp., Series 64, Nr 83 (1968).
- (7) Brynjolfsson, A. : in : Factors influencing the economical application of food irradiation, IAEA, Vienna (1973).
- (8) Cann, D., Wilson, B., Hobbs, J. en Shewan J. : J. Appl. Bact. 28, 431 (1965).
- (9) Cann, D., Wilson B., Shewan, J., Roberts, T. en Rhodes, D. : J. Appl. Bact. 29, 540 (1966).
- (10) Cann, D., Wilson B., Shewan, J. en Hobbs, G. : Nature 211, 205 (1966).
- (11) Cann, D., Wilson B., Shewan, J. en Hobbs, G. : J. Appl. Bact. 31, 511 (1968).
- (12) Coleby, B. en Shewan, J. : in : Fish as Food, Vol. 4, Ed. G. Borgstrom, Academic Press, New York (1965).
- (13) Corbett, D. jr., Lee J. en Sinnhuber, R. : J. Appl. Microbiol. 13, 818 (1965).
- (14) Craig, J., Hayes, S. en Pilcher, K. : Appl. Microb. 16, 553 (1968).
- (15) Dardenne, P. en Schietecatte, W. : Etude critique de l'application industrielle des rayonnements gamma dans le domaine de la réticulation des polymères, Rapport de l'Institut des Radio-éléments, Fleurus, Nr 5 (1973).

- (16) Declerck, D. en Vyncke, W. : in : Stralingspasteurisatie van garnalen - Radiation preservation of shrimps, Bureau Eurisotop, Informatiebulletin Nr 75, 152 (1973).
- (17) Degkwitz, E., Bramstedt, H. en Mann, H. : Arch. Fischereiwiss. 5, 35 (1954).
- (18) Deitch, J. : in : Radiation Preservation of Food, IAEA, Vienna (1973).
- (19) Eklund, M., Spinelli, J., Miyauchi, D. en Dassow, J. : J. Food Sci. 31, 434 (1966).
- (20) Eklund, M. en Poysky, F. : in : Preservation of Fish by Irradiation, IAEA, Vienna (1970).
- (21) Eymery, R. : in : Sterilisation by Ionizing Radiation, E. Gaughran and A. Goudie, Ed., Multiscience Publ. Ltd, Montreal, Canada (1974).
- (22) Gard, W. : Design and economics of a proposed fish irradiator, Atomic Energy of Canada Ltd, Rep. 840-68 (1968).
- (23) Goldblith, S. en Nickerson, J. : Progress Report, U.S. Atomic Energy Commission MIT-3325-22 (1969).
- (24) Haimson, J. : in : Sterilisation by Ionising Radiation, E. Gaughran and A. Goudie, Ed. Multiscience Publ. Ltd, Montreal, Canada (1974).
- (25) Hannesson, G. en Dagbjartsson, B. : Radurization of Scampi, Shrimp and Cod, IAEA, Vienna (1971).
- (26) Hannesson, G. : Food Irradiation Information, (1), 28 (1972).
- (27) Hansen, P. : J. Fd Technol. 7, 21 (1972).
- (28) Hobbs, G. : in : Microbiological Problems in Food - Preservation by Irradiation, IAEA, Vienna (1967).
- (29) Hobbs, G., Cann, D. en Wilson B. : J. Fd Technol. 4, 185 (1969).
- (30) Hofmann, E., Offerman, B. en Stolle, H. : Kerntechnik 10, 547 (1968).
- (31) Houwing, H. : in : Stralingspasteurisatie van garnalen - Radiation preservation of shrimps, Bureau Eurisotop, Informatiebulletin Nr 75, 140 (1973).

- (32) Houwing H. : Technical, economic and organizational conditions for an industrial plant for irradiation preservation of shrimps, Bureau Eurisotop, Technical and Economic Report ITE Nr 85 (1974).
- (33) Houwing, H. : Irradiation of cooked brown shrimps (*Crangon vulgaris*), 6th Meeting of West-European Fish Technologists Association, Ostend (Belgium), Sep. 1975.
- (34) Hovart, P., Schietecatte, W. en Vyncke, W. : Economische en Technologische Studie over het Bestralen van Garnalen (*Crangon vulgaris* Fabr.), Bureau Eurisotop, Informatiebulletin Nr 70 (1972).
- (35) Hovart, P. en Vyncke W. : Stralingspasteurisatie van Garnalen - Radiation Preservation of Shrimps, Bureau Eurisotop, Informatiebulletin Nr. 75 (1973).
- (36) Huss, H. : J. Fd Technol. 7, 13 (1972).
- (37) Johannsen, A. : J. Appl. Bact. 28, 90 (1965).
- (38) Kamat, A. en Kumta, U. : Lebensmitt. - Wiss. u. -Technol. 7, 279 (1974).
- (39) Kazanas, N. : Appl. Microbiol. 14, 957 (1966).
- (40) Kumta, U. en Sreenivasan, A. : in : Preservation of Fish by Irradiation, IAEA, Vienna (1970).
- (41) Kumta, U., Mavinkurve, W., Gore, M., Sawant, P., Gangal, S. en Sreenivasan, A. : J. Food Sci. 35, 360 (1970).
- (42) Laycock, A. en Regier, L. : in : Preservation of Fish by Irradiation, IAEA, Vienna (1970).
- (43) Ludorff, W., Hennings, C. en Neb, K. : Z. Lebensmitt. - Untersuch. u. Forsch. 106, 96 (1957), 108, 331 (1958).
- (44) Mann, H. : Fischwirtschaftskunde 7, 101 (1955).
- (45) Masurovsky, R., Voss, J. en Goldblith, S. : Appl. Microbiol. 11, 229 (1963).
- (46) Matches, J. en Liston, J. : J. Food Sci. 36, 339 (1971).
- (47) Meyer-Waarden, P. : Fette, Seife, Anstrichmittel 59, 431 (1957).
- (48) Miyauchi, D., Spinelli, J., Stoll, N., Pelroy, G. en Eklund, M.: Int. J. Appl. Rad. Isot. 17, 137 (1966).

- (49) Miyauchi, D., Spinelli, J., Pelroy, G. en Steinberg, M. :
Isotop. Rad. Technol. 5, 136 (1967/68).
- (50) Münzner, R. : Lebensmitt. -Wiss. u. -Technol. 7, 288 (1974).
- (51) Murray, C. en Shewan, J. : Packag. Technol. 15, 20 (1969).
- (52) Nablo, S. : in : Sterilisation by Ionising Radiation, E. Gaughran
and A. Goudie, Ed., Multiscience Publ. Ltd., Montreal,
Canada (1974).
- (53) Obdam, J. : Report 0-83, Institute for Fishery Products,
IJmuiden, Netherland, (1974).
- (54) Osipov, V. : in : Sterilization by Ionizing Radiation, E.
Gaughran and A. Goudie, Ed., Multiscience Publ. Ltd, Montreal,
Canada (1974).
- (55) Pelroy, R., Seman, J. jr. en Eklund, M. : J. Appl. Micro-
biol. 14, 921 (1971).
- (56) Power, H., Fraser, D., Dyer, W., Neal, W. en Castell, C. :
J. Fish. Res. Bd. Canada 24, 221 (1967).
- (57) Quinn, D., Anderson, A. en Dyer, J. : in : Microbiological
Problems in Food Preservation by Irradiation, IAEA, Vienna
(1967).
- (58) Rhodes, D., Roberts, T. en Hobbs, G. : in : Application of
Food Irradiation in Developing Countries, IAEA, Vienna (1966).
- (59) Roskam, R. : Conserva (The Hague) 6, 278 (1958).
- (60) Sakaguchi, G. : Food-Borne Infections and Intoxications,
H. Rieman, Ed., Academic Press, New York (1969).
- (61) Shewan, J. en Hobbs, G. : in : Preservation of Fish by Ir-
radiation, IAEA , Vienna (1970).
- (62) Slavin, J., Ronsivalli, L. en Connors, T. : SM73/23, Pro-
ceedings of the International Symposium on Food Irradiation,
IAEA, München (1966).
- (63) Snauwaert, F. : Study of the shrimp-carotenoids and of their
radiation sensitivity in vivo and in vitro, Doctoraatsthesis,
Kathol. Univ. Leuven (1974).
- (64) Teeny, F., Miyauchi, D. en Pelroy, G. : Fish. Ind. Res. 5,
17 (1969).

- (65) van Logten, M., den Tonkelaar, E. en van Esch, G. : Fd. Cosmet. Toxicol. 10, 781 (1972).
- (66) van Schothorst, M. : De invloed van ioniserende straling op de bacteriologische gesteldheid van garnalen, Rijksinstituut voor de Volksgezondheid, Utrecht/Bilthoven, Rapport No. 158/70 Tox. (1970).
- (67) van Spreekens, K. en de Man, T. : Voedingsmiddelentechnologie (The Hague) 1, 290 (1970).
- (68) van Spreekens, K. : The suitability of Long and Hammer's medium for the enumeration of bacteria from fresh fish, 4th meeting of West-European Fish Technologists Association, Hamburg, Sept. 1973.
- (69) Vyncke, W. : Med. Fac. Landbouwwetenschap., Gent 35, 1033 (1970).
- (70) Vyncke, W. en Declerck, D. : Lebensmitt. -Wiss. u. -Technol. 5, 151 (1972).
- (71) Vyncke, W., Declerck, D. en Schietecatte, W. : Influence of gas permeability of the packaging material on the shelf-life of irradiated and non-irradiated brown shrimps (*Crangon vulgaris* Fabr.) ; Lebensmitt. -Wiss. u. -Technol. (in druk).
- (72) Vyncke, W., Declerck, D. en Schietecatte, W. : Influence of air-tight packaging and temperature on the shelf-life of irradiated and non- irradiated brown shrimps (*Crangon vulgaris* Fabr.) (in voorbereiding).
- (73) Ward, B., Carroll, B., Garrett, E. en Reese, G. : Appl. Microb. 15, 629 (1967).

ANHANG

Synthese van de toestand van het onderzoek inzake visbestraling
en perspectieven voor acties op EEG vlak.

De studie van het gebruik van ioniserende stralen voor het conserveren van vis en visserijprodukten werd reeds sedert een tiental jaren intensief in verschillende landen aangevat. Een ganse reeks publikaties over dit onderzoek zijn verschenen, voornamelijk in de jaren 1965-70, en verschillende symposia en internationale vergaderingen werden aan het onderwerp gewijd.

Onderhavige nota beoogt een overzicht te geven van de huidige stand van onderzoek en de perspectieven voor konkrete realisatie en kommercialisering van deze stralingstoepassing. Na een samenvatting van de algemene en specifieke toepassingsmogelijkheden op vis worden meer in detail de praktische problemen in verband met een industriële realisatie behandeld en worden de mogelijkheden van kommunautaire akties belicht. Tenslotte worden enkele besluiten naar voren gebracht.

1. Algemene toepassingsmogelijkheden van bestraling.

Het gebruik van ioniserende stralen in de levensmiddelentechnologie is voornamelijk gebaseerd op het bactericide effect van de gebruikte straling. Om het microbiologisch bederf en de verdere ontanding van levensmiddelen door middel van bestraling te bestrijden, kunnen, naargelang de eisen en de gestelde objektieven, drie behandelingen worden onderscheiden, nl. radurizatie, radicidatie en radappertizatie.

De radurizatie is de behandeling die tot doel heeft de bacteriële besmetting van het produkt op een voldoende wijze te verlagen, zodanig dat de houdbaarheid wordt verlengd en de marktwaarde gedurende deze periode behouden blijft. De radurizatie gaat meestal gepaard met een afkoeling van het produkt, vobr, gewoonlijk tijdens en ook na de bestraling.

Bij de radacidatiebehandeling wordt de vernietiging beoogt van de pathogene, niet sporevormende micro-organismen of parasieten, om potentieel gevaar voor intoxicatie weg te nemen.

De radappertizatie heeft als doel alle pathogene en bederfveroorzakende micro-organismen te elimineren en, bij toepassing in luchtdichte verpakking, de kommerciële steriliteit van het produkt te verzekeren.

De drie genoemde bestralingstechnieken zijn hoofdzakelijk gekarakteriseerd door het verschil in stralingsdosis. In functie van de aard van het produkt en de bestralingsomstandigheden gaan de dosissen voor radurizatie van 0,05 à 1 Mrad, voor radacidatie van 0,01 à 3 Mrad en voor radappertizatie van 1 à 6 Mrad.

Hoe hoger de stralingsdosis, hoe groter het risico voor onaanvaardbare organoleptische veranderingen van het produkt en hoe hoger de kostprijs van de behandeling. Vandaar dat de radappertizatie voor een volledige sterilizatie in de voedingssector nog weinig vooruitzichten biedt. Voor de behandeling van visserijprodukten zijn het de radacidatie en vooral de radurizatie die werden onderzocht en worden toegepast. De bekomen verlaging van de bacteriële lading verzekert de hygiënische kwaliteit en verhoogt de houdbaarheid van het behandelde produkt, dat even vers blijft als vóór de behandeling.

Als algemene voordelen van de bestralingstechniek moeten worden vermeld :

- de behandeling kan gebeuren op het produkt in zijn eindverpakking en zelfs gestapeld tot een zekere diktelaag ;
- de toepassing van de stralingsdosis geeft geen merkbare temperatuursverhoging ;

- de aktie van de straling is een fysisch proces dat een alternatief vormt voor chemische additieven.

2. Konkrete toepassingen op vis.

Keuze van het produkt.

De praktische resultaten na toepassing van radurizatie op vis en visserijprodukten kunnen verschillend zijn naargelang de aangewende vissoort (bv. vette of magere vissoorten), de wijze waarop de vis wordt behandeld (bv. visserijmethode, verzorging aan boord en aan wal), de wijze waarop de vis zal worden bewaard en verkocht (ofwel als vers produkt - geheel, gefileerd, . verpakt enz, ofwel gedroogd, gezouten, gerookt enz). De toepassingsvoorwaarden moeten dan ook voor specifieke en konkrete gevallen worden uitgewerkt.

Daar de interesse van de EEG-landen zich in de eerste plaats richt naar de verbetering van de hygiënische kwaliteit en naar de verlenging van de houdbaarheid van verse vis, zal in dit overzicht hoofdzakelijk worden gehandeld over de radurizatie van het verse produkt.

Bestralingsvoorwaarden en voordelen.

Als algemeen principe bij de bestraling van verse vis geldt, dat de uitgangskwaliteit in alle opzichten zo goed mogelijk moet zijn, omdat het resultaat - verbetering van de kwaliteit en verlenging van de houdbaarheid - in verhouding is tot deze kwaliteit. Hieruit volgt dat :

- de bestraling in feite zo vlug mogelijk na de vangst moet geschieden ;
- de behandelingsprocessen (bv. fileren, portioneren, voorverpakken) in aangepaste en goede hygiënische omstandigheden moeten gebeuren

Verder is het zo, dat de radurizatie, evenals voor andere produkten maar voornamelijk voor vis, duidelijk moet gezien worden als een combinatie van bestraling en koeling. Als fundamentele voorwaarde voor een mogelijke toepassing van radurizatie op verse vis moet immers worden aangestipt dat, niet alleen met het oog op houdbaarheidsverlenging en kwaliteitsbehoud, maar ook voor het afweren van het botulismegevaar, de temperatuur van het bestraalde produkt beneden de 3° C moet worden gehouden.

Als algemene voordelen van de radurizatie van vis wordt in dit verband aangenomen :

- de mogelijkheid om bij gewone koeltemperaturen van 0-1° C de houdbaarheid in belangrijke mate te verlengen en de kwaliteit te verbeteren ;
- de daaruitvolgende gelegenheid om de periode tussen vangst en verkoop te verlengen, hetgeen de kans biedt tot een langere verblijftijd op zee, een langere transportafstand aan wal of een langere opslagmogelijkheid ;
- het produkt behoudt zijn vers karakter, hetgeen kan bijdragen tot een hogere handelswaarde.

In de praktijk liggen drie wegen open voor de bestraling van verse vis, nl. aan boord, aan wal en een combinatie boord-wal.

Als specifieke voordelen bij bestraling aan boord kunnen worden vermeld :

- de bestraling gebeurt bij een optimale kwaliteit van de vis ;
- de mogelijkheid bestaat tot een langer verblijf op zee met als resultaat grotere vangsten ;
- het bevissen van verder afgelegen visgronden is mogelijk ;
- een betere benutting van de opslagcapaciteit kan worden gerealiseerd, gezien het tijdstip tot terugkeer naar de thuishaven

minder wordt beïnvloed door de beperkte houdbaarheid van de vis.

Gezien de karakteristieken van de installaties (installatiemogelijkheden), alsmede omwille van technologische en economische factoren (kostprijs) blijkt het slechts zinvol te zijn een bestralingsinstallatie aan boord van grote schepen te voorzien ; deze schepen opereren in verre wateren en maken grotere vangsten. Het probleem van de houdbaarheid van vangsten stelt zich trouwens voor deze schepen scherper.

De bestraling aan wal is aangewezen wanneer nabije wateren worden bevist en de afstanden tot de verkooppunten groot zijn. Zij biedt volgende specifieke mogelijkheden :

- het verminderen van de verliezen omwille van bederf ;
- het vergroten van bestaande afzetgebieden ;
- de spreiding van het aanbod met een stabiliserende invloed op de prijs ;
- geringere transport- en behandelingskosten door vereenvoudiging van de distributie ;
- betere aanpassing aan moderne distributietechnieken en nieuwe presentatievormen.

Een combinatie van een eerste bestraling aan boord en een tweede dosis bij verhandeling en afwerking aan wal behoort eveneens tot de praktische toepassingsmogelijkheden. Deze werkwijze heeft zelfs het voordeel dat de som van de konsekutieve dosissen kleiner kan zijn dan een enkelvoudige dosis, voor eenzelfde houdbaarheidsverlenging aan wal, hetgeen in principe zou neerkomen op geringere bestralingskosten. In de praktijk zullen evenwel de duur van de reis en de grootte van het schip de elementen zijn die een gekombineerde bestraling aan boord en aan wal kunnen rechtvaardigen.

Installaties.

De installaties voor de bestraling moeten in verhouding zijn tot de gekozen optie.

Voor bestralingen aan boord moeten bijzondere voorzorgen betreffende de veiligheid en de stabiliteit van de apparatuur in acht worden genomen. Er kunnen zich ook beperkingen stellen in verband met de capaciteit en het gewicht van de afscherming. In dit opzicht is het aan te nemen dat X-stralen apparatuur bepaalde voordelen zou bieden, hetgeen het intensieve onderzoek (bv. in de Duitse Bondsrepubliek) op dit gebied verklaart.

De installaties aan wal hebben over het algemeen het voordeel van een eenvoudiger konstruktie en grotere capaciteitsmogelijkheden en bieden de mogelijkheid tot toepassingen op andere produkten, hetgeen de benuttigingsgraad en de algemene kostprijs gunstig beïnvloedt. Als bestralingsbron in vaste installaties zijn radioisotopen-gammastralingsbronnen aangewezen, alhoewel mits aanpassing van de vorm en de afmetingen van het produkt (laagdikte), ook hoog-energetische elektronenversnellers in aanmerking komen.

3. Praktische problemen voor industriële realisatie.

De praktische problemen die op dit ogenblik bij de bestraling van verse vis oprijzen, kunnen als volgt worden samengevat.

3.1. Toelaatbaarheid.

Ten aanzien van de toelaatbaarheid zal veel afhangen van de resultaten van het onderzoek naar de veiligheid en gezondheid (wholesomeness) van bestraalde levensmiddelen, dat op een fundamentele wijze in verschillende landen wordt uitgevoerd en gekoördineerd wordt door het "Internationaal Projekt op het Gebied van Levensmiddelenbestraling" te Karlsruhe.

De administratieve beslissing om bestraalde visserijprodukten op de markt te mogen brengen, zal echter per lid-staat moeten worden genomen. Behalve voor experimentele hoeveelheden garnalen (in Nederland), werd tot nog toe in geen enkel lid-staat van de EEG, evenmin als in andere landen van de wereld, een vergunning verleend.

Gezien de in- en uitvoerpositie van bepaalde landen moet het vergunningsstelsel worden veralgemeend en is een geharmoniseerde procedure voor het aanvragen en toekennen van een vergunning aan te bevelen. Hetzelfde geldt voor de controle-normen.

3.2. Technische uitvoerbaarheid.

Met het oog op een technische realisatie van de bestraling van verse vis komen vooral nog volgende punten op de voorgrond :

- Produkt.

De soorten vis die voor bestraling in aanmerking komen, alsmede de presentatievorm dienen konkrèet te worden onderzocht.

De bestralingsproblematiek is verschillend naargelang de vissoort, gezien de stralingsgevoeligheid van de verschillende vissoorten voor de radurizatiëdosis niet dezelfde is.

Anderzijds maakt het eveneens een verschil uit naargelang het gaat om gehele vis of filets en of de vis al dan niet voorverpakt wordt bestraald.

Bepalend is ook of het al dan niet om soorten van groot verbruik gaat en/of de afzetprijs van de soorten de bestralingskosten kan dragen.

- Uitgangskwaliteit.

Behalve de soorten speelt eveneens de uitgangskwaliteit een belangrijke rol. Hoe beter deze kwaliteit, hoe langer de houdbaarheid. Bij de bestraling aan boord vormt de kwaliteit wel geen probleem, maar wel bij bestraling aan wal, waar de vis maximum één week oud zou mogen zijn.

Er kan echter ook worden uitgezien om op zee bevroren vis na ont-dooien en verkoopklaar maken aan wal te bestralen. De aanwending van deze bevroren vis kan niet alleen bijdragen tot oplossing van het kwaliteitsprobleem, maar kan ook toelaten de fluctuaties in de aanvoer en een discontinue werking van de installatie te onder-vangen.

Eveneens in het licht van de uitgangskwaliteit is de wijze van be-handeling van de vis (lage temperatuur, hygiëne bij fileren, duur van het fileren en verpakken) van uitzonderlijk belang.

- Opslag- en verkoopsomstandigheden.

Ook de verdere behandelingsomstandigheden en -voorwaarden na het bestralen zijn belangrijke parameters.

Bij opslag is met het oog op de verdere houdbaarheid een lage temperatuur aan te bevelen. Hoe langer de temperatuur, hoe langer de houdbaarheid.

De hygienische behandeling, het vervoer (bij lage temperatuur) en de (gekoelde) opslag resulteren samen in een al dan niet langere houdbaarheid.

De lage opslagtemperatuur moet mede in verband worden gesteld met het botulismegevaar. Het is bekend dat van de verschillende

serotypes van *Clostridium botulinum* de sporen van het type E zich ook op relatief lage temperaturen in levensmiddelen kunnen ontwikkelen. Om het gevaar voor toxinevorming in dit geval te ontlopen, zou de temperatuur de 3° C niet mogen overschrijden. Een temperatuurkontrolle gedurende de bewaring is dan ook noodzakelijk.

- Verpakkingsmateriaal.

Het bestralen heeft slechts zin als de vis nadien niet opnieuw wordt gefnfecteerd ; het verpakken van de geradurizeerde en panklare vis blijkt onontbeerlijk.

Deze verpakking moet aan volgende voorwaarden voldoen : (a) het produkt tegen herbesmetting beschermen, (b) bestand zijn tegen bestraling, (c) bestand zijn tegen vocht en omgeving voor tenminste vier weken en vochtverlies door verdamping voorkomen, (d) een lage zuurstofdoorlaatbaarheid hebben en (e) gemakkelijk te bekomen zijn tegen redelijke prijzen.

- Bestralingsinstallatie.

De keuze van de bestralingsinstallatie wordt bepaald door het feit of de bestraling aan boord, aan wal of in kombinatie geschiedt.

In de drie gevallen moet de aandacht gaan naar het ganse operatiesysteem, met o. m. optimum schaal (kapaciteit per uur), ontwerp en bouw, efficiëntie, veelzijdigheid, inplanting van vaste installaties enz.

In verband met de bestralingsmogelijkheden rijst ook het probleem van de keuze van de bron, nl. Co-60, Cs-137 als gamma-bronnen en X-stralen of elektronen als machinaal voortgebrachte straling. Deze keuze wordt vooral befnvloed door de densiteit, de vorm en

de afmetingen van het produkt (dikte van de laag, kleine of grote eenheidsverpakkingen t. o. v. losgestort produkt), duur van het proces (dosis-debiet), continuïteit van de werkregime, de jaarlijkse te bestralen hoeveelheid enz.

- Stralingsdosis.

De aan te wenden dosis is funktie van de samenstelling van de vis (magere of vette vis), de presentatievorm (gehele vis of filets, voorverpakt of niet), de gewenste duur van de houdbaarheidsverlenging en van de afstanden tot het verkooppunt.

De dosis is principieel verschillend wanneer geopteerd wordt voor een gekombineerde bestraling aan boord en aan wal.

De toe te passen stralingsdosis bedraagt ongeveer 100 à 200 krad, in de richting van 200 krad. Een gekombineerde bestraling zou bestaan uit 50 krad (aan boord) en 100 à 150 krad (aan wal). De dosis moet voor ieder geval door praktische proeven worden gepreciseerd.

- Kwaliteitskontrolle en kwaliteitsindikatie.

De keuze van de methoden voor de kwaliteitsbepaling, mede in verband met de aard en de hoeveelheid micro-organismen en de organoleptische, chemische en microbiologische veranderingen die kunnen optreden, moet worden bepaald.

De kwaliteitsbepalingmethoden (organoleptische, chemische, microbiologische) kunnen problemen oproepen, vermits verschillen optreden naargelang de soort vis, het seizoen, de visgrond, terwijl factoren als aangewende dosis en temperatuur eveneens een rol spelen.

Indikaties voor dosis, bewaartemperatuur, houdbaarheidsperiode, enz., moeten worden bepaald en internationaal geharmonieerd.

3.3. Ekonomische aanvaardbaarheid.

Ten aanzien van de economische aanvaardbaarheid moet vooreerst het commerciële standpunt worden beschouwd en dit resulteert in de vraag : ziet de handel in het bestralingsprocédé reële voordelen m. a. w. wat is dit procédé voor hen commercieel waard in vergelijking (kosten, winst) met andere bewaarprocédé's, meer in het bijzonder t. o. v. het klassieke ijskoelen en diepvriezen.

In de tweede plaats moet de (re)organisatie in de produktie- en afzetsector (bv. concentratie van bedrijven) in overweging worden genomen.

In de derde plaats moet een marktstrategie voor bestraalde producten (opleiding verbruiker, distributie, marketing) worden uitgewerkt, vermits het publiek eerder afwijzend kan staan tegenover de aankoop van bestraalde voedingsmiddelen. Hierbij komt de aanvaardbaarheid o. m. uit het oogpunt van de tafelkwaliteit (uitzicht, reuk, textuur) op de voorgrond.

Bij de kosten en rendabiliteitsstudie zal rekening moeten worden gehouden met de specifiek technische opties : bestraling aan boord, aan wal of een combinatie hiervan, de soorten vis, de hoeveelheid, de behandelingsprocessen, enz. De kosten zullen moeten afgewogen worden tegenover de verlenging van de houdbaarheid en de optimale duur ervan, in verband met de afzet en t. o. v. de andere bewaarprocédé's, waarvan de toepassing en hun ontwikkeling een belangrijke rol spelen. Uiteraard verschillen al deze elementen van land tot land.

4. Stand van het onderzoek in de lidstaten en mogelijkheid tot gemeenschappelijke onderzoeksprogramma's.

Ten einde inlichtingen over onderzoeksprogramma's te bekomen en een inzicht in de mogelijkheid tot gemeenschappelijk onderzoek te verkrijgen, werd een vragenlijst naar de instituten of organisaties die zich met bestraling van vis inlaten, toegestuurd. Antwoorden werden ontvangen van het Instituut voor Visserijprodukten (IJmuiden), United Kingdom Atomic Energy Authority (Harwell), Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Biochemie und Technologie (Hamburg), Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Institut für Strahlentechnologie (Karlsruhe), Ministry of Agriculture and Fisheries (Dublin), Rijksstation voor Zeevisserij (Oostende) and Nationaal Instituut voor Radio-elementen (Fleurus).

4.1. In de EEG-lidstaten uitgevoerde experimenten.

Sedert het begin van het wetenschappelijk onderzoek op het domein van bestraling van vis in het begin van de zestiger jaren, werd slechts een beperkt aantal proeven op radurizatie van vis in de EEG-lidstaten uitgevoerd (*).

Tijdens de actie IRAD door het Bureau Eurisotop in 1967 op touw gezet, werd in België een reeks proefnemingen met voorverpakte schol uitgevoerd. De houdbaarheid van de bestraalde vis werd met drie dagen verlengd.

In Nederland werd de houdbaarheid van gehele en gefileerde kabeljauw en schol (al dan niet voorverpakt) na bestraling bij 100 krad bepaald. De houdbaarheid werd door radurizatie ongeveer verdubbeld.

(*) Zoetwatervis, schaal- en weekdieren en verwerkte visserijprodukten worden in deze synthese niet behandeld.

In de Duitse Bondsrepubliek werden, aan boord van het onderzoeksschip "Walter Herwig", verschillende reeksen bestralingsproeven op kabeljauw, schelvis, koolvis en vooral rode zeebaars uitgevoerd. Een X-stralenapparaat werd gebruikt. De resultaten in verband met de houdbaarheid waren eerder ontgoochelend, alhoewel een remming van de bakteriële groei tot zes dagen werd genoteerd.

In het Verenigd Koninkrijk werden enkele proefnemingen op verschillende soorten zeevis uitgevoerd, maar het onderzoek werd vooral georiënteerd naar de veiligheid van het produkt. Verschillende reeksen wholesomenesstesten werden verricht en speciale aandacht werd ook besteed aan het botulisme-probleem in bestraalde vis. Deze studies toonden aan dat de veiligheid van bestraalde vis gewaarborgd is.

4.2. Huidige en toekomstige programma's.

In België worden momenteel geen bestralingsproeven op vis uitgevoerd. Een ontwerp-programma op voorverpakte kabeljauw, wijting, schol en rog is ter studie.

Nederland zal haar huidig programma over de bestraling van voorverpakte kabeljauw- en scholfilets in 1975 beëindigen. Geen verdere experimenten zijn voorzien.

In de Duitse Bondsrepubliek hangt het voortzetten van de studies af van de resultaten van de lopende proeven op zee en de belangstelling van de visserijnijverheid.

In het Verenigd Koninkrijk zijn geen bestralingsproeven aan de gang en evenmin in een nabije toekomst gepland.

In Ierland werden geen experimenten uitgevoerd en geen onderzoek is in de programma's voor de toekomst opgenomen.

4. 3. Mogelijkheid tot EEG-onderzoekingsprogramma's.

Het Verenigd Koninkrijk staat niet gunstig tegenover een EEG-programma over visbestraling. Dit land is van oordeel dat reeds genoeg werk op de technologische aspecten van visbestraling werd verricht en dat het de moeite niet meer loont verder in deze richting te gaan zolang de vraag van de veiligheid van bestraalde vis (en bestraalde levensmiddelen in het algemeen) niet is opgelost. Dit vormt het doel van het "Internationaal Projekt op het Gebied van Levensmiddelenbestraling", dat te Karlsruhe wordt gekoördineerd. Daar wholesomenesstesten nu zo duur zijn, is het Verenigd Koninkrijk van oordeel dat ieder EEG-onderzoek in het programma van dit internationaal projekt, waaraan alle EEG-lidstaten deelnemen, zou moeten worden gefntegreerd.

België, Nederland en de Duitse Bondsrepubliek zouden een gemeenschappelijk technologisch programma over visbestraling kunnen overwegen. Om redenen van inkrimping van personeelsbezetting en budget zijn zij echter niet bereid dergelijk programma zonder voldoende financiële steun vanwege de CEG uit te voeren.

Zij zijn verder van oordeel dat een dergelijk programma alleen de beste praktische resultaten kan opleveren, indien toelating voor de verkoop van bestraalde vis in de lidstaten wordt verleend. Dit probleem zou bij prioriteit moeten worden behandeld en kan eveneens een basis voor een verdere kommunautaire aktie vormen.

Ierland kan niet mededelen of het mogelijk zou zijn een EEG-programma op te stellen, maar indien dit het geval zou zijn, zou dit land aan de besprekingen willen deelnemen om in nauw kontakt met het onderzoek te blijven en om over de ontwikkeling ervan

geïnformeerd te worden.

5. Besluiten.

Het is bewezen dat de radurizatie de houdbaarheid van vis wezenlijk kan verlengen en interessante commerciële mogelijkheden biedt. Verder technologisch onderzoek, vooral op pilotschaal is evenwel nog noodzakelijk om de bestralingstechnieken te optimaliseren. De meeste EEG-lidstaten zijn bereid hieraan mede te werken op voorwaarde dat de nodige middelen ter beschikking worden gesteld.

Zij zijn echter van mening dat het probleem van de veiligheid van bestraalde vis en de toelating tot verkoop ervan eerst moet worden opgelost.

Commissie van de Europese Gemeenschappen

BUREAU EURISOTOP

Wetstraat, 200

B - 1049 Brussel (België)