

海带几个主要数量性状遗传的研究

I. 海带叶长、干物质含量及碘含量 的遗传参数的估算与分析

陈 家 鑫
Prinses Elisabethlaan 69
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15

海带(*Laminaria japonica*)是我国海水养殖业中最重要的经济海藻。七十年代,年产量曾达到20余万吨。

早在1958年,方宗熙等就开展了海带的遗传育种工作,报道了海带叶长、柄长、叶厚等性状属于多基因控制的数量性状^[1,2,3],并应用自交、筛选的方法相继育成了数个经济性状较好的品种^[4,5,6]。但作为自交筛选、杂种优势利用等方面的理论依据——遗传参数的估算、分析尚很少报道。国外,为适应藻胶工业的要求,Chapman等曾就海带褐藻酸含量进行过遗传分析^[7]。

为了适应我国海带养殖业与海藻工业的要求,我们依据了在高等经济作物方面数量性状的遗传理论和遗传参数的估算方法^[8,9,10,11,12,13,14,15]初步估算了海带叶长、干物质含量,碘含量三项主要经济性状的遗传参数:配合力、遗传力、遗传相关等。为提高海带自交筛选等育种效果,以及为开展杂种优势利用有依据的选配亲本,提供必要的参考数据。

材 料 与 方 法

(一)材 料

供试材料共有 13 个,于 1980—1981 年在山东海洋学院太平角养殖场养殖。其中自交系 2 个(860、1170)、纯系 5 个(7816、7822、C—1、C—3、C—21),以及以 860、1170 为父本,C—1、C—3、C—21 为母本杂交所得到的 6 个 F_1 代,它们是 $860 \times C-1$ 、 $860 \times C-3$ 、 $860 \times C-21$ 、 $1170 \times C-1$ 、 $1170 \times C-3$ 、 $1170 \times C-21$ 。

(二)养殖方法

采用我国北方通用的垂绳养殖法。1980年 6 月采苗,11月分苗(分苗期不超过 3 天)。苗长 15 ± 5 厘米。苗绳长 125 厘米。单株夹苗,株距 6—8 厘米。

(三)取样及测定方法

取样分二次进行。4 月 30 日取得的 7 份材料用于单因素方差分析;5 月 5 日的 6 份取样用于不完全双列杂交的分析。

每一品系及杂种 F_1 代测量 3 绳,每绳由上至下统计 15 株,同一水层为一小区,计有 15 次重复。

*₁ 本文是在方宗熙教授指导下完成的。

*₂ 本文于 1983 年 2 月 10 日收到。

藻体长系从叶片基部至梢尖端。干物质含量、碘含量测定所用之材料,均以藻体长轴的中点为基准,用直径25毫米打孔器沿轴接连打下5片为一样本。

碘含量用碘离子选择性电极的标准添加法测定^[16, 17, 18]。

(四)遗传参数的估算方法

本文采用了两种方法。第一种是Robison(1949, 1951)、沈锦骅(1963)等应用和介绍的单因素方差分析法,用以估算海带叶长、干物质含量、碘含量性状的广义遗传力(h^2_g)、碘含量以及其他二个性状的相关系数(r_{P12} 、 r_{g12} 、 r_{e12});第二种是Burton(1959)、庄巧生(1963)等应用的不完全双列杂交法,用于估算上述三个性状的广义遗传力、狭义遗传力(h^2_a)、一般配合力($V_{g.c.}$)及特殊配合力($V_{a.c.}$)等。

所用样本值均按小区平均数计算。

结果与讨论

供试材料各测定性状的样本平均值列于表1。下面用上述两种方法对本资料进行遗传分析。

表1

各性状总平均值

Table 1.

The general means of characters

样本数N=45

品系	叶长 (cm)	干物质含量 (%)	碘含量 (‰)	取样日期
860	208	10.3	3.42	4月30日
1170	155	11.8	2.42	“
7816	73	12.3	0.94	“
7822	107	12.6	1.14	“
C—1	177	12.1	2.50	“
C—3	212	11.5	1.97	“
C—21	137	11.3	2.66	“
860×C—1	283	9.3	3.22	5月5日
860×C—3	292	10.6	2.58	“
860×C—21	250	10.4	3.47	“
1170×C—1	233	10.1	2.48	“
1170×C—3	227	11.8	1.75	“
1170×C—21	197	10.6	2.96	“

(一)配合力的分析

应用不完全双列杂交法分析所得到的海带叶长、干物质含量、碘含量三个性状的变异情况如表2。从表2可以看出,不同类型的亲本对杂种后代性状变异的影响程度基本一致。除干物质含量性状的父本效应只达到 $P=0.05$ 的显著水平外,余者都达到了 $P=0.01$ 的极显著的水平。由此,根据表2的期望方差理论组成成分的分解,一般配合力和特殊配合力的公式表示如下:

(二) 试样的准备

4月中旬,从每一品系中随机取样10棵。在每棵的一定部位上用直径25mm打孔器连续打下5片,按棵号分别暂养在采样瓶内。回到实验室后,立即将试样分养在500毫升的三角烧瓶内。每日更换二次新鲜过滤海水,连续通入压缩空气搅拌。2日后,试样伤口处无粘液外渗,用无碘人工海水洗净,供实验用。

(三) 实验方法

将上述试样按棵号放入盛有500毫升含碘的人工海水(I^- : $50\mu\text{g/L}$)烧瓶内,连续充以压缩空气搅拌。光照强度为 $2000 \pm 200\text{Lux}$,水温为 $15 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 。每隔3小时取水样5毫升,用铈(IV)—砷(III)催化法^[7,16,17]测得人工海水中的残留碘含量。藻体内的碘含量用碘离子选择性电极的标准添加法测得^[8]。

实 验 结 果

(一) 藻体取样部位的确定

海带的生长点位于藻体的基部,不同部位藻体的生长期是不一样的。因而可以推测:不同部位藻体的碘吸收速度是会有差异的。为了比较不同品系间碘吸收速率的差异,首先需要确定一个适合的、可比的取样部位。对此,我们以高碘品种1170和低碘品种7816为材料,分别在基部、中部、梢部取样。测定结果列于表1。

表1 不同部位藻体的碘吸收速率($\mu\text{g/D}\cdot\text{cm}^2$, $N=10$)
Table 1. Iodine absorption rates of different parts of frond

品 系	基 部			中 部			梢 部		
	$\bar{X}$	σ	c.v.	$\bar{X}$	σ	c.v.	$\bar{X}$	σ	c.v.
1170	1.94	0.169	0.087	1.18	0.172	0.146	0.39	0.074	0.187
7816	0.89	0.076	0.085	0.43	0.157	0.363	0.14	0.079	0.547

从表1可以清楚地看到,碘吸收速率不仅有着品系间的差异,而且部位间的差异也是明显的,在所测定的2个品种内有着一致的趋势,即碘吸收速率基部>中部>梢部。而不同部位碘吸收速率的变异系数则是梢部>中部>基部。我们认为适于做取样的部位应该具备两个条件:一是吸收速率要大,这样便于测定分析;二是变异系数要小,易于区分差异较小的品系。据此,我们认为以基部藻体做取样部位较为合适。

(二) 碘吸收速率与碘含量性状的比较

依据上述分析,我们从藻体基部取样。每份样本测定完碘吸收速率后,再测定藻体内的碘含量。各品系的平均值列于表2。

表2的数值表明,不同品系的碘吸收速率与碘含量间存在着平行关系。碘吸收速率快的,碘含量就高;反之,吸收速率慢的,碘含量就低。所以我们认为用生理性状——碘吸收速率作为海带碘含量的选择性状是可以的,因为从海水中吸收碘能力强的品系,一般说也有着较高的积累碘的能力。至少在我们所测定的品系中是如此。

表2 不完全双列杂交的方差分析
Table 2. The variance analysis of incomplet diallel cross

变异原因	自由度 d.f.	方 差 M.S.			期 望 方 差 E.M.S.
		叶 长	干物质含量	碘 含 量	
重 复	14	93.32	1.51	0.33	
父 本 间	1	71402.5**	12.1*	10.82	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{mf} + rf\sigma^2_m$
母 本 间	2	12632.5**	16.9**	8.52**	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{mf} + rm\sigma^2_f$
互 作	2	542.8	1.9	3.03**	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{mf}$
误 差	70	672.5	1.75	0.52	σ^2_e

*** 分别代表P=0.05、0.01的显著水平

$$V_{g.c.}(\%) = \frac{\sigma_f^2 + \sigma_m^2}{\sigma_f^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{mf}^2} \times 100;$$

$$V_{s.c.}(\%) = \frac{\sigma_{mf}^2}{\sigma_f^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{mf}^2} \times 100$$

配合力的估算值列于表3。从表3可以看出,就参加杂交的亲本而言,一般配合力占绝对优势的有叶长(100.43%)和干物质含量(98.64%),说明这二者性状主要由基因的加性效应所决定,尤其是叶长性状更是如此。因而其亲本的优良性状容易在后代稳定,选择效果一般较好。而碘含量性状的一般配合力(68.10%)属中等大小,所以只能从亲本的表现估算出后代的大致的表现。但该性状的特殊配合力占到31.90%,所以在杂交优势的利用中可以考虑它的价值。

表3 三个性状的配合力
Table 3. The combining ability of three characters

性 状	σ^2_m	σ^2_f	σ^2_{mf}	σ^2_g	$V_{g.c.}(\%)$	$V_{s.c.}(\%)$
叶 长	1574.66	402.99	-8.65	1969.00	100.43	-0.44
干 物 质 含 量	0.227	0.500	0.01	0.737	98.64	1.36
碘 含 量	0.173	0.183	0.167	0.523	68.10	31.90

(二)遗传力的分析

六个杂交组合的不完全双列杂交的方差分析已列于表2,另外七个品系的单因素方差分析如表4。

表4 单因素方差分析
Table 4. The variance analysis of single factor

变异原因	自由度 d.f.	方 差 M.S.			期望方差 E.M.S.
		叶 长	干物质含量	碘 含 量	
重 复	14	963.45	0.82	0.10	
品 种 间	6	38938.87**	8.67**	11.55**	$\sigma^2_e + \gamma\sigma^2_g$
误 差	84	984.76	1.06	0.45	σ^2_e

** 达到P=0.01的显著水平

表2

不同品系碘吸收速率和碘含量(N=10)

Table 2. Iodine absorption rates and iodine contents of different varieties

品 系	吸 收 速 率		碘 含 量	
	$\bar{X}(\mu\text{g/D}\cdot\text{cm}^2)$	σ	$\bar{X}(\%)$	σ
860	2.15	0.103	1.72	0.291
1170	1.94	0.169	1.21	0.225
7816	0.89	0.076	0.88	0.144
7822	1.73	0.113	1.06	0.135

为了进一步弄清这两种分析方法分辨品系间差异的能力,对表2的资料进行了SNK测验⁽⁹⁾,测验结果分列于表3、表4。

表3

表2资料的最小显著极差

Table 3. The least significant difference of data from Table 2

	吸 收 速 率			碘 含 量		
	2	3	4	2	3	4
$q_{0.05}$	2.86	3.44	3.79	2.86	3.44	3.79
5%LSR	0.107	0.129	0.142	0.186	0.224	0.246
$q_{0.01}$	3.82	4.37	4.70	3.62	4.37	4.70
1%LSR	0.143	0.163	0.176	0.252	0.288	0.310

表4

品系平均数的多重比较

Table 4. The multiple comparison of means between varieties

品 系	平 均 数	相 比 的 品 系		
		860	1170	7822
860	2.15 ¹⁾ /1.72 ²⁾			
1170	1.94/1.21	0.21**/0.51**		
7822	1.73/1.06	0.42**/0.66**	0.21**/0.15	
7816	0.89/0.88	1.26**/0.84**	1.05**/0.33**	0.84**/0.18

1)、2) 分别代表碘吸收速率与碘含量的值

** P=0.01的显著水平

多重比较的测验结果表明,四个品系间的碘吸收速率的差异都达到了P=0.01的极显著的水平,而在碘含量的测定值中,1170与7822相比,7822与7816相比,两者的差异均未达到P=0.05的显著差异的水平。由此可见,碘吸收速率性状是从生产性状碘含量中分割出来的,它所受到的干扰因素小于生产性状,所以能更精确地反映品系间的差异,有利于品系的选择和培育工作。

亲本的性状传递给后代的能力,主要由决定该性状的遗传力所决定,尤其是狭义遗传力。由于条件所限,本文仅利用单因素方差分析法,分别估算了碘吸收速率与碘含量的广义遗传力。方差分析结果列于表5。

表5

单因素方差分析

Table 5.

The variance analysis of single factor

变异原因	自由度 d.f.	方 差 M.S.		期望方差 E.M.S.
		碘吸收速率	碘含量	
重 复	9			
品 种 间	3	3.050	1.304	$\sigma^2_e + \gamma \sigma^2_i$
误 差	27	0.011	0.068	σ^2_e

根据表5期望方差的分解,我们分别得到碘吸收速率和碘含量的广义遗传力为96.47%和64.63%。产生这一差异的原因可能有两点:第一,碘吸收速率的测定是在实验室内进行的,外界的环境条件比较一致,环境方差占总方差的比例较小所致;第二,即碘吸收速率这一性状是从碘含量性状中分割出来的,它除了受到碘吸收速率变化的直接影响外,还受到诸如海带的生长率、干物质积累速率等多种因素的影响。相比之下,影响前者的因素就要少得多。

综上所述,我们认为从生产性状中分割出生理性状是有利于深入进行数量性状的研究的。实验结果证明,碘吸收速率与碘在藻体内的积累量之间存在着平行关系,因此,可以用碘吸收速率这一性状作为选育高碘海带的指标。同时,由于碘吸收速率是在室内可控条件下进行的,减少了组内差异,所以测得的遗传力较高。这样有利于进行严格的单株选择。其次,该方法较简便,而且可以在同一株藻体上多次取样测定,这样可以减少误差,提高选择的可靠性。

结 论

(一) 海带叶片的不同部位对海水中碘的吸收速率不同。基部藻体的吸收速率快,变异系数小,更较其他部位藻体适合做研究材料。

(二) 经 SNK 测验表明,品系间的碘吸收速率的差异比之碘含量的差异更为明显,而且碘吸收速率的广义遗传力($h^2 = 96.47\%$)远高于碘含量的广义遗传力,所以以碘吸收速率的表型值来选育高碘品种海带要比以碘含量的表型值更有效。

(三) 由于该方法简便,可以在实际生产中用于选育高碘品种海带,以及根据这一设想应用于其他一些性状的选择上。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所等, 1977. 遗传学报, 3(3):224—230。
- [2] 方宗熙等, 1962. 植物学报, 10(3):197—209。
- [3] 方宗熙等, 1966. 海洋与湖沼, 8(1):47—50。
- [4] 陈家鑫, 1983. 海带几个主要数量性状遗传的研究 I、海带叶长、干物质含量及碘含量的遗传参数的估算与分析, (本刊同期第95—101页)。
- [5] 吴仲贤, 1979. 统计遗传学, 科学出版社, 478—480。
- [6] 吴超元等, 1962. 海洋与湖沼 4(1—2):109。

- [7] 王庆章, 1980. 海洋湖沼通报 4:31—40.
- [8] 中国科学院青海盐湖研究所等, 1978. 分析化学, 6(6)
- [9] 范福仁, 1980. 生物统计学, 江苏科技出版社, 189—190.
- [10] Fries, L., 1966. Physiologia Pl., 19:800—808.
- [11] Hsiao, S. I. C., 1969. Can. J. Bot., 47:1611—1616.
- [12] Kelly, S. and Baily, N. A., 1951. Biol. Bull., 100:188—190.
- [13] Pedersen, M., 1969. Physiologia Pl., 22:680—685.
- [14] Shaw, T. I., 1959. Proc. R. Soc. London, Ser. B, 150:356—371.
- [15] Shaw, T. I., 1960. Proc. R. Soc. London, Ser. B, 152:109—117.
- [16] Truesdala, V. W., et al, 1974. Marine Chem., 2:33.
- [17] Truesdala, V. W., et al, 1976. Marine Chem., 4:29.
- [18] Woolery, M. L. and Lewin, R. A., 1973. Phycologia, 12(3/4)191—138.

THE GENETIC STUDIES OF SEVERAL MAIN QUANTITATIVE CHARACTERS IN *Laminaria japonica* (Aresch)

II. DETERMINATION AND APPLICATION OF THE IODINE ABSORPTION RATE OF KELP, *Laminaria japonica* (Aresch)

Chen Jiaxin

(Yellow Sea Fisheries Research Institute)

The iodine absorption rate of four varieties of kelp, *Laminaria japonica*, Nos. 860, 1170, 7816 and 7822 has been studied. The results are as follows:

1. The rates of iodine absorption of different parts of a frond are different from each other. The rate of absorption of each part showed the following order of magnitude: base > middle part > tip, and the coefficients of variation are in the reverse order, i. e., tip > middle part > base. The base of a frond is, therefore, considered as the best part to be taken in examining the iodine absorption rate of kelp.

2. With kelp, differences in the iodine absorption rate are more significant than that in the iodine content, between the four varieties of kelp. By SNK test the level of significance of the varieties Nos. 860 and 1170 reached $P=0.01$, while that of the varieties Nos. 7816 and 7822 did not reach $P=0.05$.

3. The heritability determined by the iodine absorption rate came to 96.47%, but that determined by iodine content came to 64.63%. Obviously, it is more effective to use the phenotypical value of the iodine absorption rate than to use the phenotypical value of iodine content in selecting the kelp breed of higher iodine content.

