

皱纹盘鲍基因型与环境互作的初步研究

邓岳文^{1,2}, 刘 晓¹, 张国范¹

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘要:以 11 个皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai* Ino)家系为材料分别在 12, 16 和 20℃ 养殖 40 d, 方差分析的结果表明温度和家系的相互作用对壳长增长率存在显著影响($P < 0.05$)。采用线性回归模式对皱纹盘鲍基因型与环境温度互作数据进行分析, 得出了不同基因型的壳长增长率对环境温度的响应模式和对环境温度的灵敏度程度上所表现的序关系。

关键词:皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai* Ino); 基因型与环境互作; 基因型稳定性
中图分类号: S968.31 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2005)12-0031-04

皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai* Ino)主要分布于西北太平洋的日本北部、朝鲜半岛和中国辽东与山东半岛水域^[1], 是鲍科动物中最具有经济价值的种类之一。在我国, 皱纹盘鲍养殖业是一种新兴的产业, 大规模的养殖开始于 20 世纪 80 年代晚期, 但发展较迅速, 现年产量已达 4 500 t 左右, 成为我国出口创汇的重要海水养殖贝类^[2]。

基因型-环境互作是指一定的环境差异对不同的基因型产生的效果不同, 或不同的基因型的表型值之差随着环境的改变而变化^[3]。基因型-环境互作分析对于品种的鉴定, 品种的推广, 作物育种区域的划分, 育种目标的制定有重要意义。有关水产动物基因型-环境互作分析的报道较少^[4], 作者报道了采用线性回归模式对皱纹盘鲍基因型与环境温度互作数据分析的初步研究, 以期对皱纹盘鲍的选育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 实验稚鲍

实验材料为 2002 年在青岛金瀛海洋科技发展有限公司鲍鱼育苗厂培育的 11 个家系, 家系的命名分别为 C₁Jm, RwJm, J₁Jm, R_jJm, C₁Rh, RwRh, J₁Rh, R_jRh, J₅Rh, J₆Rh 和 J₇Rh。家系命名的规则母本在前, 父本在后, 例如 C₁Jm 是由母本 C₁ 与父本 Jm 交配组合产生的子代。挑选健壮无损伤稚鲍作为实验材料, 壳长范围为 18.00~22.00 mm。

1.2 实验程序

实验设定的温度为 12, 16 和 20℃。在每个温度下, 每个家系用鲍为 60 个, 分为 2 组, 用网袋吊养在玻璃钢槽(200 cm × 80 cm × 75 cm)里, 网袋里放置

带孔的波纹板(40 cm × 30 cm)。暂养期间, 水温逐步升到预定的温度。以 WMZK-01 型控温仪与加热板调节水温, 温差的变化范围不超过设定值的 ±0.5℃。静水饲养, 每天全量换水 1 次, 强充气, 投喂海带。实验时间持续 40 d, 实验结束时, 测量幼鲍的壳长。壳长增长率(Length growth rate)的计算如下: $L_{GR} = (L_1 - L_0)/d$, L_1 是实验结束时的平均壳长, L_0 是起始时的平均壳长, d 是实验天数。

1.3 数据分析

采用双因素方差分析温度和基因型对壳长增长率的影响, 若温度与基因型之间的相互作用显著($P < 0.05$), 则可以采用 Eberhart 和 Russell 模式估算稳定性参数^[3,5], 其具体的模式如下:

$$Y_{ij} = m_i + \beta_i I_j + \delta_{ij}$$

m_i 为第 i 个基因型在所有环境下的平均值, β_i 为第 i 个基因型对于环境指数的回归系统, 可度量该基因型对不同环境的反应; I_j 为环境指数, 就是在第 j 个地点所有基因型的平均值距总平均值的离差; δ_{ij} 为第 i 个基因型在第 j 个环境中的回归离差。

2 结果

2.1 壳长增长率

在 3 个温度条件下, 各基因型的壳长增长率见表 1, 温度和基因型对壳长增长率存在显著的影响(P

收稿日期: 2004-03-22; 修回日期: 2004-08-10

基金项目: 国家 863 计划资助项目(2003AA603023, 2004AA626070); 国家自然科学基金资助项目(30371117)

作者简介: 邓岳文(1975-), 男, 湖南祁阳人, 博士研究生, 研究方向为海洋生物学, E-mail: Dengyuewen@ms.qdio.ac.cn; 张国范, 通讯作者, E-mail: gzfzhang@ms.qdio.ac.cn

< 0.05), 而且两者之间的相互作用也较显著 ($P < 0.05$, 表 2), 可进一步作稳定性分析。

表 1 在 3 个温度条件下各基因型的壳长增长率

Tab. 1 The shell growth rate of the genotypes at the three temperatures

温度(°C)	增长率(mm/d)										
	J ₁ Jm	RwJm	C ₁ Jm	RjJm	J ₁ Rh	C ₁ Rh	RjRh	J ₅ Rh	J ₆ Rh	RwRh	J ₇ Rh
12	30.08	21.50	20.50	28.00	32.87	30.50	18.25	8.37	26.38	25.38	17.87
16	54.63	47.05	58.00	55.00	51.63	47.00	33.00	16.38	51.25	49.00	38.25
20	66.00	52.34	56.13	64.75	45.25	50.62	43.13	25.38	49.13	47.50	45.25

表 2 温度和基因型对壳长增长率的影响

Tab. 2 The effects of temperature and genotype on shell growth rate

来源	SS	df	MS	F
温度	8 665.074	2	4 332.537	154.891**
基因型	5 364.322	10	536.432	19.178**
温度 × 基因型	1 082.280	20	54.114	1.935*
误差	923.063	33	27.972	

* 表示 $P < 0.05$, ** 表示 $P < 0.01$

2.2 稳定性分析

基因型稳定性参数和稳定性方差分析的结果见表 3 和表 4, 采用线性回归模型能解释 80.64% 的基因型 × 环境互作平方和。由于 $F = M_C / M_{pd} = 268.21 / 17.032 = 15.747$, 通过 F 检验可知, 各基因型间的壳长增长率存在显著的差异; 由于 $F = M_{GE(i)} / M_{pd} = 75.548 / 17.032 = 4.435$, 通过 F 检验可知, 各基因型对环境指数的回归系

数间存在显著的差异。各基因型的回归离差检验表明, 非模式均方与 0 的差异不显著, 说明各基因型的表现可用它对环境指数的线性函数部分来预测。 T 检验的结果表明, 各基因型的回归系数与 1 无显著性差异, 说明这些基因型为稳定型。按照回归系数所确定的各基因型对环境变化反映的灵敏程度的顺序为: $C_1Jm > RjJm > J_1Jm > RwJm > J_7Rh > J_6Rh > RwRh > RjRh > C_1Rh > J_1Rh > J_5Rh$ 。

表 3 基因型稳定性参数

Tab. 3 The stability parameter of the genotypes

基因型	平均增长率	品种平方和	回归平方和	回归系数	非模式均方
J ₁ Jm	50.46	701.364 6	678.223 7	1.314 2	9.172 9
RwJm	40.37	547.651 3	547.601 1	1.180 9	- 13.917 8
C ₁ Jm	44.88	893.081 3	860.819 7	1.480 6	18.293 6
RjJm	49.25	724.875 0	715.803 9	1.350 2	- 4.896 9
J ₁ Rh	43.25	181.968 8	141.972 0	0.601 3	26.028 8
RwRh	40.63	349.816 3	335.498 0	0.924 3	0.350 2
C ₁ Rh	42.62	227.951 3	227.660 8	0.761 4	- 13.677 5
RjRh	31.46	313.064 6	290.807 6	0.860 5	8.289 1
J ₅ Rh	16.71	144.833 4	121.791 8	0.556 9	9.073 6
J ₆ Rh	42.25	380.191 3	361.442 9	0.959 4	4.780 3
J ₇ Rh	33.79	404.669 6	400.494 1	1.009 9	- 9.792 5

表 4 稳定性方差分析

Tab. 4 The ANOVA of the stability

来源	自由度	SS	MS
总和	$st- 1= 32$	7 551. 556 0	
基因型(G)	$t- 1= 10$	2 682. 099 0	268. 210(M_c)
环境(E)+ 基因型× 环境(GE)	$t(s- 1)= 22$	4 869. 467 0	
环境(线性) E(l)	1	3 926. 635 2	3 926. 635($M_{E(l)}$)
基因型× 环境(线性) GE(l)	$t- 1= 10$	755. 480 2	75. 548($M_{GE(l)}$)
合并离差	$t(s- 2)= 11$	187. 352 0	17. 032 M_{pd}
J ₁ J _m	$s- 2= 1$	23. 141 3	23. 141(M_{d_2})
Rw J _m	$s- 2= 1$	0. 050 1	0. 050 1(M_{d_4})
C ₁ J _m	$s- 2= 1$	32. 262 1	32. 262(M_{d_6})
RjJ _m	$s- 2= 1$	9. 071 0	9. 071 0(M_{d_8})
J ₁ Rh	$s- 2= 1$	39. 996 0	39. 996 0($M_{d_{11}}$)
Rw Rh	$s- 2= 1$	14. 318 4	14. 318 0(M_{d_3})
C ₁ Rh	$s- 2= 1$	0. 295 0	0. 295 0(M_{d_5})
RjRh	$s- 2= 1$	22. 257 0	22. 257 0(M_{d_7})
J ₅ Rh	$s- 2= 1$	23. 042 0	23. 042 0(M_{d_9})
J ₆ Rh	$s- 2= 1$	18. 748 0	18. 748 0($M_{d_{10}}$)
J ₇ Rh	$s- 2= 1$	4. 176 0	4. 176 0($M_{d_{11}}$)
合并误差	$st(r- 1)= 33$	461. 532 0	13. 986 0

3 讨论

基因型× 环境互作效应分析是品种稳定性分析的一项重要内容,其研究方法可分为线性和非线性两类^[6,7]。自从 Yates 和 Cochran 在 1938 年提出用回归分析方法研究基因型× 环境互作以来,科学家们从不同的角度提出了多种基因型× 环境互作效应分析的方法。就线性回归而言,其核心为环境指数的估计,多年以来,大致形成了 3 种具有代表性的模型:基于品种表型值对环境指数回归的 Eberhart 和 Russell(1966)模型;基于品种的基因型× 环境互作效应对环境回归的 Perkins 和 Jinks(1968)模型;综合了前两种方法的 Tai(1971)模型。其共同的特点是利用回归系数和离回归均方两个参数来描述品种的稳定性^[3,7]。本实验结果表明,用线性回归模型对基因型× 环境进行分解分析,能解释大部分基因型× 环境互作平方和,而且各基因型的壳长增长率和环境指数有很强的线性关系,能够用对环境指数的线性函数部分来预测。此外,本实验的结果也表明,具有共同父本来源的基因型对环境的响应表现出基本一致的模式,这有可能证实了皱纹盘鲍的子代倾

向父本基因型的几率稍大^[8]。

参考文献:

- [1] 吕端华. 中国近海鲍科的研究 [A]. 中国科学院海洋研究所. 海洋科学集刊[C]. 北京: 科学出版社, 1978. 83-93.
- [2] 刘晓, 张国范, 赵洪恩. 皱纹盘鲍“中国红”品系的选育[J]. 动物学杂志, 2003, 38(4): 27.
- [3] 郭平仲. 数量遗传分析[M]. 北京: 北京师范学院出版社, 1987.
- [4] 黄英姿, 毛盛贤. 关于福寿螺前期体重基因型与环境互作的初步研究[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 1992, 5(1): 48-53.
- [5] Mather K, Jinks J L. 刘定富, 韩继祥, 张金发, 译. 生统遗传学[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [6] 黄英姿, 毛盛贤. 基因型与环境互作的研究进展[J]. 作物学报, 1992, 18(2): 116-125.
- [7] 穆培源, 庄丽, 张吉贞, 等. 作物品种稳定性分析方法的研究进展[J]. 新疆农业科学, 2003, 40(3): 142-144.
- [8] 张国范, 王继红, 赵洪恩, 等. 皱纹盘鲍中国群体和日本群体的自交与杂交 F₁ 的 RAPD 标记[J]. 海洋与湖沼, 2002, 33(5): 484-491.

Genotype-environment interaction of growth in *Haliotis discus hannai*

DENG Yue-wen^{1, 2}, LIU Xiao¹, ZHANG Guo-fan¹

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Graduate School, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Received: Mar. , 22, 2004

Key words: *Haliotis discus hannai*; Genotype-Environment interaction; Genotypic stability

Abstract: 11 families of *Haliotis discus hannai* were reared at 12, 16 and 20 °C for 40 days. The interaction between genotype and temperature effecting on growth rate of shell length was investigated by analysis of variance. The result showed that the interaction was significant ($P < 0.05$) between the genotype and temperature. A further study showed the order of sensitivity of genotypes. In addition, the response pattern of growth rate was discussed.

(本文编辑:张培新)