

虾夷马粪海胆早期生长发育的遗传力估计

刘小林^{1,2}, 常亚青³, 相建海¹, 宋 坚³, 曹学彬³

(1. 中国科学院 海洋研究所 实验海洋生物学开放实验室, 山东 青岛 266071;

2. 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨陵 712100;

3. 大连水产学院 农业部海洋水产增养殖学与生物技术重点开放实验室, 辽宁 大连 116023)

摘要:以虾夷马粪海胆(*Strongylocentrotus intermedius*)为亲本,采用不平衡巢式设计方法和人工授精技术,每个雄性海胆配5个雌性海胆,每个雌性个体产生若干幼体,构成了11个父系半同胞家系和35个母系全同胞家系,分别测定了每个母系孵化后生长到3月龄和5月龄的全同胞幼海胆40~50个后代的体重和壳径,应用数量遗传学原理和半同胞组内相关分析法研究了虾夷马粪海胆早期生长发育性状的遗传力。结果表明,3月龄和5月龄的海胆体重的狭义遗传力估计值为0.339~0.523,壳径的狭义遗传力估计值为0.316~0.487。分析结果显示,雌性遗传方差组分均显著大于雄性遗传方差组分,雌性遗传方差组分存在显著的母性效应,表明由雄性遗传方差组分估计的遗传力准确可靠,父系半同胞组内相关法计算的狭义遗传力是遗传力的无偏估计值。

关键词: 虾夷马粪海胆; 父系半同胞; 生长发育; 遗传力

中图分类号: Q959.268; Q953.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2003)03-0206-06

海胆是海洋动物之一,长期以来,海胆的性腺被视为名贵食品。Hagen^[1]调查指出,海胆在一些国家成为沿海百姓的食物来源之一。海胆种类繁多,人工育苗和养殖技术不断发展^[2-6]。海胆生长发育的研究也已成为热门课题,有关成果也时有报道^[7-9]。

目前关于海胆遗传育种的研究报道较多,Leahy等^[10]、Cameron等^[11]报道,海胆近交会表现出不同程度的近交衰退现象;常亚青等^[12]、Rahman等^[13]、Aslan等^[14]研究认为不同地域海胆的种间杂交,各种性状显示出不同程度的杂种优势。但Lessions等^[15]、Alsaffar等^[16]分别报道,有些海胆种间杂交存在配子不亲和现象。开展种群遗传结构的研究是海胆科的种、属间的亲缘系统研究的基础,有关海胆群

体系统地位的研究,以及海胆种间形态学和分子生物学之间差异的研究已取得一定进展^[17-20],为进一步开展海胆遗传育种研究工作奠定了良好的基础。但目前尚未见到有关海胆选择育种和遗传力的研究报道。许多贝类和甲壳类动物的遗传力研究为海胆遗传力的研究提供了借鉴和参考。遗传力是衡量育种进展和育种方法的关键性指标,本研究利用巢式设计的半同胞组内相关法估计了虾夷马粪海胆(*Strongylocentrotus intermedius*)活体重和壳直径的遗传力,为开展海胆的选择育种提供了必要的遗传参数。

1 材料和方法

1.1 实验设计

采用Comstock等^[21]建立的巢式交配设计,将早期生长的表型变量按其变异原因剖分为遗传变量和非遗传变量,试验中的11个雄性海胆,分别交配3~5个雌性海胆,产生了35个全同胞家系和11个半同胞家系。每个家系分别定期测定40~50个个体体重和壳径,应用系统分组资料的方差分析方法,分离求解父本效应和父本内的母本效应。

收稿日期:2002-10-06; 修订日期:2002-12-10.

基金项目:国家重大基础研究项目课题资助(G1999012009);国家“八六三”海洋生物技术主题课题资助(2002AA628170).

作者简介:刘小林(1961-),男,副教授,博士后,现主要从事海洋动物遗传育种研究.

通讯作者:相建海. Tel:0532-2898571. E-mail: xbyc@ms.qdio.ac.cn

1.2 遗传分析

全同胞和半同胞之间的协方差是表型变量剖分为遗传组份和环境组份的基础, 全同胞和半同胞之间的协方差由 3 水平巢式不平衡方差分析的实际观察方差组份和一般线性模型统计分析系统(SAS)程序^[22]计算而得到, 分析方法见表 1。

表 1 表型变量组成的方差分析表

Table 1 Analysis of variance for components of phenotypic variation

变异来源 Source	自由度 Degree of freedom (df)	平方和 Sum of squares (SS)	均方 square (MS)	期望均方 Expected mean square E (MS)
雌 Maternal	$M \times (F - 1)$	SS_F		
雄 Paternal	$M - 1$	SS_M	MS_M	$\sigma_w^2 + k_2 \sigma_F^2 + k_3 \sigma_M^2$
雌内雄 Dams/sires	$M \times (F - 1)$	$SS_{F(M)}$	$MS_{F(M)}$	$\sigma_w^2 + k_1 \sigma_F^2$
后代个体 间 Progeny	$M \times F \times (n - 1)$	SS_w	MS_w	σ_w^2
总和 Total	$N - 1$	SS_t		

注: M 为父本, F 为母本。

Note: M = Male; F = Female

本研究为 3 水平经典巢式非平衡设计试验, 因此雄性内与配的雌性个体后代数目 dn_i 、雌性个体后代数目 F 以及雄性个体的后代数目 M 均需要校正计算, 各类别有效平均后代数目分别用下列公式计算。

雄性内与配的雌性个体的有效平均后代数目用 K_1 表示: $K_1 = [N - \sum(n_{ij}^2/dn_i)] / (F - M)$

雌性个体的有效平均后代数目用 K_2 表示:

$$K_2 = [\sum(n_{ij}^2/dn_i) - \sum(n_{ij}^2/N)] / (M - 1)$$

雄性个体的有效平均后代数目用 K_3 表示:

$$K_3 = (N - \sum dn_i^2/N) / (M - 1)$$

式中, n_{ij} 为第 i 个雄性第 j 个雌性后代数; N 为全部后代数总和。

表型方差 (V_P) 可以根据 (Falconer)^[23] 的方差组份标准剖分方法, 剖分为加性遗传方差 (V_A)、非加性遗传方差 (V_{NA})、环境方差 (V_E), 原因方差组份由表 2 中的全同胞和半同胞协方差组成关系估计。

根据各原因方差组份与协方差之间的关系, 半同胞估计的狭义遗传力为半同胞组内相关系数的 4 倍, 即: $h_{HS(M)}^2 = 4 \times \sigma_M^2 / (\sigma_M^2 + \sigma_F^2 + \sigma_w^2)$; $h_{HS(F)}^2 = 4 \times \sigma_F^2 / (\sigma_M^2 + \sigma_F^2 + \sigma_w^2)$; 全同胞估计的狭义遗传力为全同胞组内相关系数的 2 倍, 即: $h_{FS}^2 = 2 \times (\sigma_M^2 + \sigma_F^2) / (\sigma_M^2 + \sigma_F^2 + \sigma_w^2)$ 。

1.3 试验动物

1.3.1 试验动物的采集和养育 亲本海胆来自中国黄海岸边大连水域养殖的成体海胆群体, 繁殖群体饲养在 18~22℃ 的过滤海水中, 光照控制在 500 lx, 饲以新鲜海带 (*Laminara japonica*)。繁殖前 2 h 内运回到大连水产学院农业部海水增养殖学与生物技术重点实验室准备催产。

1.3.2 人工授精 选择发育良好的亲本海胆, 阴干 30 min, 每只海胆在围口膜处注射 0.5 mol/L KCl 溶液 1 mL 催产, 生殖孔向下, 放之于充满过滤海水的 250 mL 瓶口上, 将生殖孔浸没在海水中。注射后 5 min 开始排放精和卵, 同时将雌雄区分开来, 雌性排卵颜色为桔红色, 雄性排出精液颜色为白色。排放 30 min 左右分别收集精液和卵子。

表 2 表型方差的原因组份和全同胞与半同胞协方差之间的等价关系

Table 2 Relationships between covariance of full- and half-sibs and causal components of phenotypic variance

方差组份 Component of variance	协方差组份 Covariance components	原因组份 Causal components	方差组份的计算 Calculation of component of variance
σ_M^2	COV_{HS}	$1/4 V_A$	$\{MS_M - [(MS_{F(M)} - MS_w)/k_1] \times k_2 - MS_w\} / k_3$
σ_F^2	$COV_{FS} - COV_{HS}$	$1/4 V_A + 1/4 V_{NA} + V_{EC}$	$(MS_{F(M)} - MS_w) / k_1$
σ_w^2	$V_P - COV_{FS}$	$1/2 V_A + 3/4 V_D + V_{ES}$	MS_w
$\sigma_T^2 = \sigma_M^2 + \sigma_F^2 + \sigma_w^2$	V_P	$V_A + V_{NA} + V_{EC} + V_{ES}$	
$\sigma_M^2 + \sigma_F^2$	COV_{FS}	$1/2 V_A + 1/4 V_D + V_{EC}$	

注: COV_{HS} - 半同胞协方差; COV_{FS} - 全同胞协方差; V_P - 表型方差; V_A - 加性遗传方差; V_{NA} - 非加性遗传方差; V_D - 显性遗传方差; V_{EC} - 一般性环境变量; V_{ES} - 特殊环境变量。

Note: COV_{HS} - Covariance of half-sibs; COV_{FS} - Covariance of full-sibs; V_P - Phenotypic variance; V_A - Additive genetic variance; V_{NA} - Non-additive genetic variance; V_D - Dominant genetic variance; V_{EC} - Common environment variance; V_{ES} - Special environment variance.

每个雄性海胆均等与5个雌性海胆授精,每个雌性海胆取出约 15×10^4 枚卵子放置于100 L的养殖桶中,加入相应雄性个体的适量精液,精子浓度在原浓度的基础上稀释1 000倍^[24],精卵在桶中混匀后,用显微镜检查受精效果。为了清除过多的精子,避免对卵膜的破坏,洗卵2~3次,将受精卵转移到大的桶中,在17~21℃下孵育,孵化密度控制在10~20/mL,通常受精卵在受精后30~35 h发育到长腕幼体。

1.3.3 孵化和养殖 同一个雌海胆的后代饲养在盛有过滤海水的100 L桶中,水温控制在16℃左右,幼体在四腕期到八腕期的密度控制在2/mL以内,每天换水2次,供给适量纤细角毛藻(*Chaetoceros gracilis*),光照强度控制在300 lx,桶中连续轻缓地充入新鲜空气。2个月后幼海胆按组别装入塑料网笼并悬浮养殖在大型水池中,每隔2个月换笼1次,测定体重和壳径。

2 结果

2.1 虾夷马粪海胆体重和壳径的累积生长

虾夷马粪海胆3月龄和5月龄体重和壳径累积生长的平均数和标准差见表3。

2.2 虾夷马粪海胆体重和壳径的方差分析

虾夷马粪海胆3月龄和5月龄的活体重和壳直径测定资料的方差分析见表4。

方差分析结果表明,幼海胆在3、5月龄雄海胆间、雌海胆间以及雄内雌海胆间的活体重和壳直径

的 F 检验均存在极显著的差异。

表3 3月龄、5月龄海胆体重和壳直径

Table 3 Wet body weight and test diameter of offspring at 3 and 5 months of age $\bar{X} \pm SD$, Wet

生长阶段 Growth phase	体重/mg Body weight	壳径/mm Test diameter
3 months	13.622 ± 9.729	2.726 ± 0.957
5 months	2 724.511 ± 971.184	8.701 ± 2.843

雌、雄海胆3月龄有效平均后代幼体数的计算结果,雄性内与配的雌性个体的有效平均后代数 $K_1 = [N - \Sigma(n_{ij}^2/dn_i)] / (F - M) = 39.61$;雌性个体的有效平均后代数 $K_2 = [\Sigma(n_{ij}^2/dn_i) - \Sigma(n_{ij}^2/N)] / (M - 1) = 41.38$;雄性个体的有效平均后代数 $K_3 = (N - \Sigma dn_i^2/N) / (M - 1) = 127.09$ 。

雌、雄海胆5月龄有效平均后代数的计算方法同前,结果为: $K_1 = 35.06$; $K_2 = 37.01$; $K_3 = 112.55$ 。

2.3 表型变量的原因方差组分与半同胞和全同胞协方差之间的对应关系

方差分析结果与期望均方的方差组分的构成,可以建立由全同胞和半同胞协方差估计各个原因方差组分的对应关系,依据关系见表5。

2.4 虾夷马粪海胆活体重和壳直径的遗传力估计

依据表5计算的父系半同胞、母系半同胞和全同胞遗传方差组分估计虾夷马粪海胆3月龄和5月龄活体重和壳直径的遗传力结果见表6。

表4 虾夷马粪海胆3、5月龄表型变量组成的方差分析

Table 4 Analysis of variance for components of phenotypic variation of *S. intermedius* at 3 and 5 months old

变异来源 Source of variance	体重/mg Wet body weight			壳径/mm Test diameter	
	自由度 Degrees of freedom (df)	均方 Mean square (MS)	均方比 F-value	均方 Mean square (MS)	均方比 F
3月龄 3 months					
雌性间 Within maternal	34	1071.259	11.318 **	9.077	9.909 **
雄性间 Paternal	10	2048.562	21.643 **	17.212	18.790 **
雄内雌间 Maternal within paternal	24	719.431	7.601 **	5.688	6.210 **
雌内全同胞间 Full-sibs/maternal	1371	94.653		0.916	
总和 Total	1405				
5月龄 5 months					
雌性间 Maternal	31	9438×10^3	10.008 **	80.525	9.962 **
雄性间 Paternal	9	18759×10^3	19.893 **	151.334	18.723 **
雄内雌间 Maternal within paternal	22	5625×10^3	5.965 **	51.558	6.379 **
雌内全同胞间 Full-sibs/maternal	1074	943×10^3		8.083	
总和 Total	1105				

注:“*”表示差异极显著($P < 0.01$)。Note:“*” means highly significant difference($P < 0.01$)。

表5 表型变量的各个原因方差组分与全同胞和半同胞协方差之间的对应关系

Table 5 Relationships between covariance of full- and half-sibs and causal components of phenotypic variance

方差组分 Component of variance	方差组分计算结果 Result of variance component			
	3月龄 3 months		5月龄 5 months	
	体重/mg Wet weight	壳径/mm Test diameter	体重/mg Wet weight	壳径/mm Test diameter
σ_M^2	10.239	0.089	114×10^3	0.865
σ_F^2	15.773	0.121	134×10^3	1.240
σ_w^2	94.653	0.916	943×10^3	8.083
$\sigma_p^2 = \sigma_M^2 + \sigma_F^2 + \sigma_w^2$	120.665	1.126	1191×10^3	10.188
$\sigma_M^2 + \sigma_F^2$	26.012	0.210	248×10^3	2.105

3 讨论

本研究对虾夷马粪海胆在3月龄和5月龄的体重和壳径的狭义遗传力进行了估计,体重生长的遗传力估计范围为0.399到0.523,壳径生长的遗传力估计范围为0.316到0.483,经统计检验,均达到显著或极显著水平。用全同胞相关分析方法估计牡蛎(*C. virginica*)幼体生长率的遗传力^[25]和半同胞相

关分析方法估计牡蛎(*C. virginica*)幼体生长率的遗传力^[26],以及用全同胞相关分析方法估计硬壳蛤(*M. mercenaria*)^[27]、淡水虾(*Macrobrachium rosenbergii*)^[28]和凡纳对虾(*P. vannamei*)生长率的遗传力已有报道。Benzie等^[29]用半同胞相关分析方法估计了凡纳对虾(*P. vannamei*)和红额角对虾(*P. stylirostris*)生长率的遗传力。所报道的狭义遗传力估计结果在0.2~0.7范围。本研究结果与已有的海洋生物生长发育的遗传力报道一致。海胆不同生长阶段的度量值属于不同性状,其遗传力也不完全相等,遗传力本身反映数量性状的育种值变量在表型值变量中所占的比例,同一个物种的某种性状的遗传力,客观上是一个定值,但需要通过合理的方法作出估计。一般认为,基于全同胞资料估计的遗传力,较遗传力真值偏大,其中包含了显性效应和母性效应,这种设计方法难以克服其自身缺陷。本研究采用巢式设计和父系半同胞相关分析法,克服了用全同胞资料估计遗传力的缺点,采用随机抽样,代表性强,估计结果精确合理。

表6 虾夷马粪海胆不同月龄活体重和壳直径半同胞和全同胞遗传方差组分估计的遗传力

Table 6 Heritabilities in narrow sense of paternal half-sibs, maternal half-sibs and full-sibs of wet weight and test diameter in *S. intermedius*

遗传力估计方法 Estimation methods of h^2	遗传力计算公式 Calculation equations of h^2	3月龄 3 months		5月龄 5 months	
		体重/mg Wet weight	壳径/mm Test diameter	体重/mg Wet weight	壳径/mm Test diameter
父系半同胞 Paternal half-sibs	$h_{HS(M)}^2 = 4 \times \sigma_M^2 / (\sigma_M^2 + \sigma_F^2 + \sigma_w^2)$	0.339	0.316	0.383	0.340
母系半同胞 Maternal half-sibs	$h_{HS(F)}^2 = 4 \times \sigma_F^2 / (\sigma_M^2 + \sigma_F^2 + \sigma_w^2)$	0.523	0.430	0.450	0.487
全半同胞 Full-sibs	$h_{FS}^2 = 2 \times (\sigma_M^2 + \sigma_F^2) / (\sigma_M^2 + \sigma_F^2 + \sigma_w^2)$	0.431	0.373	0.416	0.413

本研究中,根据半同胞资料估计遗传力时,用雄性亲本遗传方差组分估计的遗传力较小,且变异程度较小,而用雌性亲本遗传方差组分估计的遗传力较大,且变异程度较大。可以认为,父系半同胞组内相关法计算的遗传力是遗传力的无偏估计值,且用雄性亲本遗传方差组分估计的遗传力,准确可靠。

本实验关于遗传力的研究结果还表明,基于海胆群体的加性遗传方差较大,选择育种对于改进海胆早期生长发育的潜力巨大。

致谢:本研究在家系育种和试验测定过程中得到丁君、刘宪杰、王国栋、邢荣莲等同志的帮助,在此一并表示感谢。

参考文献:

- [1] Hagen N T. Echinoculture: from fishery enhancement to closed-cycle cultivation[J]. World Aqu, 1996, 27(4): 6-19.
- [2] 廖承义. 大连紫海胆人工育苗的初步研究[J]. 水产学报, 1999, 23(1): 69-76.
- [3] 常亚青,王子臣. 虾夷马粪海胆筏式人工养殖研究[J]. 大连水产学院学报, 1997, 12(1): 7-14.
- [4] 王子臣,常亚青. 虾夷马粪海胆人工育苗的研究[J]. 中国水产科学, 1999, 23(1): 69-76.
- [5] Metaxas A, Young C M. Responses of echinoid larvae to food patches of different algal densities[J]. Marine Biology, 1998, 130

- (3): 433-445.
- [6] Lowe C J, Wray G A. Rearing larvae of sea urchins and sea stars for developmental studies[J]. *Methods Mol Biol*, 2000, 135: 9-15.
 - [7] Stephens R E. Studies on the development of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. I. Ecology and normal development[J]. *Biol Bull*, 1972, 142 (1): 132-144.
 - [8] McClay D R, Fink R D. Sea urchin hyaline: appearance and function in development[J]. *Dev Biol*, 47(2): 454-460.
 - [9] Lawrence J M, Lawrence A L, McBride S C, et al. Developments in the use of prepared feeds in sea-urchin aquaculture[J]. *World Aqu*, 1982, 32 (3): 34-39.
 - [10] Leahy P S, Cameron R A, Knox M A, et al. Development of sibling inbred sea urchins: normal embryogenesis, postembryonic malformation, arrest and lethality[J]. *Mech Dev*, 1994, 45(3): 255-268.
 - [11] Cameron R A, Leahy P S, Britten R J, Davidson E H. Microsatellite loci in wild-type and inbred *Strongylocentrotus purpuratus* [J]. *Dev Biol*, 1999, 208(2): 255-264.
 - [12] 常亚青, 王子臣. 四种海胆杂交生物可行性及其子代早期发育[J]. *水产学报*, 2000, 24(3): 211-216.
 - [13] Rahman M A, Uehara T, Pearse J S. Hybrids of two closely related tropical sea urchins (*Genus echinometra*): evidence against postzygotic isolating mechanisms[J]. *Biol Bul*, 2001, 200(2): 97-106.
 - [14] Aslan L M, Tsuyoshi Uehara. Hybridization and F₁ backcrosses between two closely related tropical species of sea urchins (genus *Echinometra*) in Okinawa[J]. *Invertebr Rep Dev*, 1997, 31 (1-3): 319-324.
 - [15] Lessions H A, Cunningham C W. Gametic incompatibility between species of the sea urchin *Echinometra* on the two sides of the Isthmus of Panama[J]. *Evolution*, 1990, 44 (4): 933-941.
 - [16] Alsaffar A H, Lone K P. Reproductive cycles of *Diadema setosum* and *Echinometra mathaei* (*Echinoidea: Echinodermata*) from Kuwait (northern Arabian Gulf) [J]. *Bul Mar Sci*, 2000, 67 (2): 845-856.
 - [17] Biermann C H, Marks J A. Geographic divergence of gamete recognition systems in two species in the sea urchin genus *Strongylocentrotus* [J]. *Zygote*, 2000, 8 (Suppl 1): 86-87.
 - [18] Janies D. Phylogenetic relationships of extant echinoderm classes [J]. *Can J Zoo*, 2001, 79(7): 1 232-1 250.
 - [19] Arakaki Y, Uehara T. Morphological comparison of black echinometra individuals among those in the indo-west Pacific [J]. *Zoo Sci*, 1999, 16(3): 551-558.
 - [20] Goto M, Matsumoto M, Kitajima T, et al. A comparative study of repeated sequences in the SM50 gene of some sea urchins [J]. *Zygote*, 2000, 8 (Suppl 1): 75.
 - [21] Comstock R E, Robinson H F. Estimation of average dominance of genes [A]. *Heterosis* [C]. Iowa: Iowa State College Press, 1952. 68-75.
 - [22] Freund R J, Little R C, Spector P C. SAS System for linear models [M]. Cary: SAS Institute, 1986. 1-30.
 - [23] Falconer D S. Introduction to Quantitative Genetics [M]. 3rd edition. New York: Longman, 1989. 340.
 - [24] Uehara T, Asakura H, Arakaki Y. Fertilization blockage and hybridization among species of sea urchins [A]. *Proceedings of the 5th International Congress of Invertebrate Reproduction on Advances in Invertebrate Reproduction* [C]. Amsterdam: ELSEVIER, 1990. 305-310.
 - [25] Lannan J E. Estimating heritability and predicting response to selection for the Pacific oyster *Crassostrea gigas* [J]. *Proc Natl Shellfish Assoc*, 1972, 62: 62-66.
 - [26] Newkirk G F, Haley L E, Waugh D L, et al. Genetics of larvae and spat growth rate in the oyster *Crassostrea virginica* [J]. *Mar Biol*, 1977, 41: 49-52.
 - [27] Rawson P D, Hilbish T J. Heritability of juvenile growth for the hard clam *Mercenaria Mercenaria* [J]. *Mar Biol*, 1990, 105: 429-436.
 - [28] Malecha S R, Masuno S, Onizuka D. The feasibility of measuring the heritability of growth pattern variation in juvenile freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) [J]. *Aqu*, 1984, 38: 347-363.
 - [29] Benzie J A H, Kenway M, Trott L. Estimates for the heritability of size in juvenile *Penaeus monodon* prawns from half-sib mating [J]. *Aqu*, 1996, 152: 49-53.

Heritability of juvenile growth for the sea urchins *Strongylocentrotus intermedius*

LIU Xiao-lin^{1,2}, CHANG Ya-qing³, XIANG Jian-hai¹, SONG Jian³, CAO Xue-bin³

- (1. Experimental Marine Biology Laboratory Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China;
2. College of Animal Science and Technology, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China;
3. Key Laboratory of Mariculture and Biotechnology, Ministry of Agriculture, Dalian Fisheries College, Dalian 1126023, China)

Abstract: The parents *Strongylocentrotus intermedius* were employed and the method of unbalanced nest design and an artificial insemination technique were used. Eleven half-sib groups and thirty five full-sib groups of the sea urchins were obtained by the design that each male mated with 5 females so that each female could reproduce many larvae. The wet body weight (mg) and test diameter (cm) of the young were measured in 3 and 5 months after the metamorphosis ($n=40-50$). The maternal component estimates were significantly larger than the paternal component estimates for both weight and diameter at both ages. The greater maternal components suggest the large non-additive genetic effects that could not be differentiated from the available data. The estimates of heritability in the narrow sense calculated from the additive genetic component using a paternal half-sib correlation analysis ranged from 0.339 to 0.523 for wet body weight and 0.316 to 0.487 for test diameter. The results emphasized the presentation of the significant maternal effects. By strongpoint of the nest design and a paternal half-sib correlation analysis chosen in this study, the estimate in this study is precise and unbiased to have been reported to date.

Key words: *Strongylocentrotus intermedius*; paternal half-sib; growth; heritability

Corresponding author: XIANG Jian-hai. Tel: 86-532-2898571. E-mail: xbyc@ms.qdio.ac.cn

(上接第200页)

关于开展“2003 年度中国农学会优秀论文评选活动”的通知

评选结果揭晓后,中国农学会、中国期刊协会农业期刊分会将以文件的形式,通报获奖者所在单位。同时,还将评审结果通过中国农学会网站、中国农业期刊联盟网站、中国农学通报期刊及其网站等媒体,向社会公布。有关表彰大会召开事宜,另行通知。

四、申报要求

参评论文已经公开发表的,填写附件一,一式两份,同时提供原文复印件2份。参评论文尚未投稿发表的,填写附件二,一式两份,同时提供用A4纸打印的论文清样2份。每篇参评论文须事先缴纳评审费600元。附件一、附件二可从中国农业期刊联盟网站(<http://capf.nease.net>)或中国农学会网站(<http://www.caass.org.cn>)下载。

此项评审活动,不论是对论文作者,还是对农业期刊以及编辑人员,都是一件十分重要和有意义的工作。请各参评期刊、论文作者予以高度重视,认真做好今年的论文推荐和参评工作。

五、参评期限

参评论文和评审费,请于2003年9月30日前寄至中国农学会编辑出版部,地址:100026,北京市朝阳区麦子店街20号楼。银行汇款:户名:中国农学会,帐号:040101040003509,开户行:农行北京分行朝阳支行营业部。汇款务必注明“优秀论文”。本次活动咨询电话:010-64194480,传真:010-64194705, E-mail: edit@cav.net.cn, 联系人:孙哲、胡映霞。

中国农学会 中国期刊协会农业期刊分会

2003年4月16日