DOI:10.16535/j.cnki.dlhyxb.2017.04.001 文章编号:2095-1388(2017)04-0381-06

菲律宾蛤仔选育家系间杂交的 Kung 育种值及配合力分析

孙谦, 段强, 桑士田, 霍忠明, 闫喜武

(, , 116023)

摘要: *Ruditapes philippinarum* , (C31、C32) (Or) , , Kung 、 。 : 15 , C32(♀)×Or(♂) Kung , 30~90 , C31(♀)×C32(♂) Kung ; 6 , ($P>0.01$), ($P>0.05$); 9~90 , 60 ($P>0.05$), 、 ($P<0.05$ $P<0.01$); 30 , C31(♀)×C32(♂) 。 , C31(♀) C32(♂) Kung 、 , 。

关键词: ; ; Kung ;

中图分类号: Q321.4 **文献标志码:** A

、 、 , ,
, 。 , , ,
, ,
“ 1 ”、“ ”, “ [1]。 , Kung
”、“ ”、“ ”、“ 12”
, “ 1 ”、“ 2 ”、“ 1 [2-5], , Kung
”、“ 1 ”, “ ”、“ [6-8]。
” , “ 1 ”、“ ” , ,
, “ 1 ” ,
。 , [9-15]。 、 ,
, ,
。 [16]。
, , 、 ,
。 。
, , ,
, , ,
。 , [16]。 ,
( )
, 、 , 。

收稿日期: 2017-05-14
基金项目: (CARS-48)
作者简介: (1983—), , 。E-mail: sunqian@dlou.edu.cn
通信作者: (1983—), , , 。E-mail: huozm@dlou.edu.cn

Ruditapes philippinarum
,
73%。 300 t
[17]。 ,
3 ,
, Kung 、
, ,
。

1 材料与方法

1.1 材料

,
(C31、
C32)
(Or) 。
、 、 、
。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 、 ,
23 ℃、 28、pH 7.8 ,
, 3×3
(1)。

1.2.2 饲养管理 100 L

表 1 蛤仔 3 个全同胞家系的双列杂交设计

Tab. 1 Diallel crosses among three full-sib families of Manila clam *Ruditapes philippinarum*

parental origin	C31(♀)	C32(♀)	Or(♀)
C31(♂)	C31(♀)×C31(♂)	C32(♀)×C31(♂)	Or(♀)×C31(♂)
C32(♂)	C31(♀)×C32(♂)	C32(♀)×C32(♂)	Or(♀)×C32(♂)
Or(♂)	C31(♀)×Or(♂)	C32(♀)×Or(♂)	Or(♀)×Or(♂)

, 4 ~ 5 /mL,
Isochrysis zhangjiangensis *Chlorella vulgaris*, 2000 ~
5000 cells/ (mL · d), 4 。
1 , 2 1 , ,
300 100 。
, , 2
1 , 。
, 。
,
1 ~ 2 /mL, ,
10 000 ~ 20 000 cells/ (mL · d), 4 ,
, 。 60 ,
60 (40 cm×60 cm) , 200 ~
300 , , 。
, 21 ~ 28 ℃, 24 ~ 28, pH
7.64 ~ 8.62。

1.2.3 指标的测定 3、6、9、
15、30 , 60、
90 , 30 。

1.3 数据处理

Griffing[18] I 。
, 、
。 ,
。

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + \frac{1}{b}\sum_k b_k + \frac{1}{b}\sum_k (bg)_{ijk} + \frac{1}{b}\sum_k \sum_l e_{ijkl}$$ 。

: Y_{ij} $i \times j$; g_i i
(GCA); g_j j
(GCA); s_{ij}
(SCA); r_{ij} ; $\frac{1}{b}\sum_k \sum_l e_{ijkl}$
。

Kung 、
、 。
Kung [18]

$$Z = \bar{y} + C(y - \bar{y})$$。

: $\bar{y}$; y
; C , $C = 1 - 1/F$, F 。

$$g.c.a.(i) = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} \frac{M_{F(ij)} + M_{F(ji)}}{2}$$。

: m m ; $M_{F(ij)}$ i
j ; $M_{F(ji)}$
j i 。

$$s.c.a.(ij) = \frac{1}{2}[M_{F(ij)} + M_{F(ji)} -$$

$g.c.a.(i) - g.c.a.(j)]$。

$$m.e.(i) = g.c.a.D_i - g.c.a.S_i。$$

$$g.c.a.D_i = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} M_{F(ij)},$$

$$g.c.a.S_i = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} M_{F(ji)}。$$

: $g.c.a.D_i$　　$g.c.a.S_i$　　i

。

$$H = \frac{1}{2}(M_{F_1} + M_{F_1}' - M_{P_1} - M_{P_2})。$$

: M_{F_1}　　M_{F_1}'

; M_{P_1}　　M_{P_2}

。

Excel 2000

SAS 8.0　　,

[19]

。

2　结果与分析

2.1　各家系蛤仔壳长性状 Kung 育种值的比较

2　　: 15　　, C32(♀)×Or(♂)

Kung　　(454.88 μm), C32(♀)×

C31(♂)　　Kung　　(369.48 μm),

C31(♀)×C32(♂)　　Kung

(247.66 μm); 30　　, C31(♀)×C32(♂)

Kung　　(401.15 μm), C32(♀)×

Or(♂)　　Kung　　(378.88 μm),

C31(♀)×Or(♂)　　Kung

(317.96 μm); 60、90　　, C31(♀)×

C32(♂)　　Kung　　(3600、4910

μm), C31(♀)×C31(♂)　　Kung

(1350、3820 μm)。

2.2　各杂交家系生长性状的方差分析

3　　, 3　　,

($P>0.05$),　　6　　,

($P<0.01$)。　　,　　6

。

2.3　各杂交家系一般配合力、特殊配合力和反交效应的方差分析

4　　: 6　　,

($P<0.01$),

表 2　蛤仔各家系壳长性状的 Kung 育种值

Tab. 2　Kung breeding value of shell length in families of Manila clam *Ruditapes philippinarum*

family	Kung	Kung breeding value/μm		
	15 d	30 d	60 d	90 d
C31(♀)×C32(♂)	247.66	401.15	3600	4910
C32(♀)×C32(♂)	266.91	378.18	2800	4550
Or(♀)×C31(♂)	265.52	318.31	3320	4300
Or(♀)×C32(♂)	260.62	330.49	2880	4190
Or(♀)×Or(♂)	329.93	328.75	2520	4400
C32(♀)×Or(♂)	454.88	378.88	3460	4870
C32(♀)×C31(♂)	369.48	324.23	2990	4380
C31(♀)×Or(♂)	263.07	317.96	2980	3930
C31(♀)×C31(♂)	316.63	337.10	1350	3820

表 3　各杂交家系家系生长的方差分析

Tab. 3　Analysis of variance for growth of shell-length in families of Manila clam *Ruditapes philippinarum*

/d day old	group	df	MS	*F* *F*-test	*P* *P*-value
3		8	8.495	0.295	0.978
		261	32.816		
6		8	4904.81	28.660	0.000**
		261	171.12		
9		8	4031.48	12.554	0.000**
		261	321.124		
30		8	44334.259	7.730	0.000**
		261	5735.581		
60		8	16.304	10.198	0.000**
		261	1.599		
90		8	6.550	4.864	0.000**
		261	1.347		

: *　　($P<0.05$); **

($P<0.01$)

Note: * means significant difference ($P<0.05$); ** means very significant difference ($P<0.01$)

($P>0.05$); 9、30、60、90　　,

、

(　60

),　　30

($P<0.01$),

。

2.4　各家系间一般配合力、特殊配合力、杂种优势和母本效应的估计

5　　:　　, 15

表 4 一般配合力、特殊配合力和反交效应的方差分析

Tab. 4 Analysis of variance of GCA, SCA and reversed cross in families of Manila clam *Ruditapes philippinarum*

/d day old	GCA			SCA			RC			error	
	df	MS	*F*	df	MS	*F*	df	MS	*F*	df	MS
6	2	73.18	4.28**	3	244.22	1.28	3	134.34	2.33	269	311.92
9	2	224.68	3.12*	3	105.55	6.64**	3	190	3.69*	269	700.80
30	2	2017.56	3.39*	3	74.57	91.62**	3	1830	3.74**	269	6833.79
60	2	0.24	8.50**	3	1.24	1.65	3	0.27	7.56**	269	2.04
90	2	0.4	3.78*	3	0.08	18.88*	3	0.23	6.57**	269	1.51

表 5 蛤仔各家系一般配合力和母本效应

Tab. 5 General combining ability and average maternal effect in mixed families of Manila clam *Ruditapes philippinarum*

/d day old	general combining ability			average maternal effect		
	C31	C32	Or	C31	C32	Or
9	138.43	137.23	138.32	−14.26	2.23	12.04
15	381.31	222.45	207.39	−60.27	107.50	−65.23
30	226.27	240.27	223.20	29.40	−10.94	−18.40
60	2.18	2.19	2.13	0.10	−0.01	−0.09
90	2.93	3.10	2.88	0.07	0.06	−0.13

, C31>C32>Or, 30、60、90 , C31(♀)×Or(♂), 30、60、90 ,
C32>C31>Or; , C31(♀)×C32(♂)>C32(♀)×Or(♂)>C31(♀)×
15 , C32>C31>Or, 30、60、60 Or(♂); , 15 ,
, C31>C32>Or, , 90 C32(♀)×Or(♂) C31(♀)×Or(♂)
C31 C32 , C31 , , , C32(♀)×Or(♂)
30 60 , C32 Or , 30 , C31(♀)×
。 C32(♂) ,
6 : , 15 , 3
C32(♀)×Or(♂)>C31(♀)×C32(♂)> 。

表 6 蛤仔各家系特殊配合力和平均杂种优势

Tab. 6 Specfic combining ability and average heterosis in families of Manila clam *Ruditapes philippinarum*

/d day old	specific combining ability			average heterosis		
	C31(♀)×C32(♂)	C32(♀)×Or(♂)	C31(♀)×Or(♂)	C31(♀)×C32(♂)	C32(♀)×Or(♂)	C31(♀)×Or(♂)
9	68.17	67.90	70.90	−7.17	−5.00	−16.90
15	6.79	143.83	−30.96	34.29	117.11	9.00
30	131.73	124.07	−223.07	5.80	1.40	−17.00
60	1.16	1.04	1.02	1.35	0.56	1.33
90	1.70	1.59	1.15	0.79	0.08	0.02

3 讨论

[20] 。

,

3.1 菲律宾蛤仔选育家系间的 Kung 育种值分析

, , Kung

,

, , , , ,

[21−22] 。

, 、 、 。 , C31(♀)×C32(♂) 30 ,

, Kung , C31(♀)×

3 , 、 C32(♂) 。

, [22] Kung
F_1 、
[23] 3
Kung [24]
Kung 、
[25]
Kung ,
, Kung

3.2 菲律宾蛤仔选育家系间的配合力分析

,
,
, ,
,
,
、
, ,
,
。
, 。
, 6 , 、
,
。
, 30 , C31(♀)×C32(♂)
,
Or ,
, ,
, C32(♀)
, C32(♀)×Or(♂)
。 , C31(♀)×
C32(♂)、C32(♀)×Or(♂)
C31(♀)×Or(♂) ,
, C31(♀)×C32(♂) , 9
,
。
, C31(♀)×C32(♂)、
C32(♀)×Or(♂) ,
, C31(♀)×C32(♂)
, C31(♀)
。 , C31(♀)×C32(♂)
。 ,
[26-29] 、 [30-32] 、 [33-34]
。 , ,
[35] 、
[36] 、 [37] , ,
,
。
, Kung
、 、 ,
C31(♀)×C32(♂)
,
。

参考文献:

[1] Crow J F. Dominance and overdominance[M]//Gowen J W. Heterosis. Ames, IA, USA: Iowa State College Press, 1952: 282-294.

[2] . DNA [D]. : ,2006:8-27.

[3] Tave D, Smitherman R O, Jayaprakas V. Estimates of additive genetic effects, maternal effects, specific combining ability, maternal heterosis, and egg cytoplasm effects for cold tolerance in *Oreochromis niloticus* (L.)[J]. Aquaculture Research, 1989, 20(2): 159-166.

[4] Wang Xiaoxue, Ross K E, Saillant E, et al. Quantitative genetics and heritability of growth-related traits in hybrid striped bass (*Morone chrysops* ♀ × *Morone saxatilis* ♂)[J]. Aquaculture, 2006, 261(2): 535-545.

[5] Romanus K G, Hussein S, Mashela W P. Combining ability analysis and association of yield and yield components among selected cowpea lines[J]. Euphytica, 2008, 162(2): 205-210.

[6] , , , . [J]. ,2007(11):94-95.

[7] Hedgecock D, Davis J P. Heterosis for yield and crossbreeding of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*[J]. Aquaculture, 2007, 272: 17-29.

[8] , , , . [J]. ,2003,10(6):441-445.

[9] , , , . 、 [J]. ,1982,6(3):235-241.

[10] Manzi J J, Hadley N H, Dillon Jr R T. Hard clam, *Mercenaria mercenaria*, broodstocks: growth of selected hatchery stocks and their reciprocal crosses[J]. Aquaculture, 1991, 94(1): 17-26.

[11] , , , . —— 、 [J]. ,1981,5(3):235-243.

[12] Cruz P, Ibarra M. Larval growth and survival of two catarina scallop (*Argopecten circularis*, Sowerby, 1835) populations and their reciprocal crosses[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1997, 212(1): 95-110.

[13] , , , . [J]. ,2003,27(3):193-199.

[14] , , , .

: I. [J]. , 2003,25(1):93-99.
[15] Lamkey K R, Edwards J W. The quantitative genetics of heterosis [C]//Coors J G, Pandey S. Proceedings of the International Symposium on the Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. Mexico City, Mexico: CIMMYT, 1999:31-48.
[16] , , , . [J]. ,2004,28(7):54-60.
[17] , , , . [J]. ,2016,31(5):497-504.
[18] Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system[J]. Australian Journal of Biological Sciences, 1956, 9:463-493.
[19] . SAS [J]. ,1999,20(2): 44-52.
[20] , . [M]. : ,1999.
[21] , , , . [J]. , 2015,30(5):514-518.
[22] , , , . F1 [J]. ,2015,35(4): 37-45.
[23] , , , . [J]. ,2010,34(1):26-31.
[24] , , , . [J]. : ,2015,45(10):36-41.
[25] , , , . Kung [J]. ,2013,20(2): 308-315.
[26] , , , . [J]. ,2007,31(3):22-27.
[27] , , , . [J]. ,2010(6):40-41.
[28] , , , . 、 [J]. ,2008,24(9):145-149.
[29] , . “ 99” [J]. ,2010,26(7):112-114.
[30] , , , .3 [J]. ,2010,15(6):1-5.
[31] . [J]. ,1993,19(S):15-20.
[32] , , , . [J]. ,2010,29(4):397-402.
[33] . [J]. , 2009,29(2):1-5.
[34] , , . [J]. ,1991(2):30-33.
[35] Huo Zhongming, Yan Xiwu, Zhao Liqiang, et al. Larval and juvenile growth performance of Manila clam hybrids of two full-sib families[J]. Journal of Ocean University of China, 2015, 14(3): 564-568.
[36] , , , .3 [J]. ,2014,36(4):314-319.
[37] Deng Yuewen, Liu Xiao, Zhang Guofan, et al. Heterosis and combining ability: a diallel cross of three geographically isolated populations of Pacific abalone *Haliotis discus hannai* Ino[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2010, 28(6): 1195-1199.

Analysis of Kung breeding value and combining ability of hybridization of selective families of Manila clam *Ruditapes philippinarum*

SUN Qian, DUAN Qiang, SANG Shi-tian, HUO Zhong-ming, YAN Xi-wu

(College of Fisheries and Life Science, Engineering Research Center of Shellfish Culture and Breeding in Liaoning Province, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China)

Abstract: Complete diallel crosses were carried out among two plaque pattern families F_1(C31, C32) of Manila clam *Ruditapes philippinarum* selected for good growth and high resistance, and an orange family F_3(Or), and Kung breeding value and combining ability of mixed families were analyzed in order to evaluate the genetic effects on the hybridization of Manila clam families. The results showed that the individuals in family C32(♀)×Or(♂) had the maximal Kung breeding value at day 15, and that the individuals in family C31(♀)×C32(♂) had the maximal Kung breeding value from day 30 to 90 day. There were very significant differences in general combining ability (GCA)($P<0.01$), without significant differences in specific combining ability (SCA)($P>0.05$) at day 6 among the hybrid families, indicating that additive effect influences the growth. There were significant differences in GCA, SCA and reversed cross effect($P<0.05$) since day 6, especially in parent C31(♀)×C32(♂), showing that the C31(♀) and C32(♂) families are the selected parents for hybridization to breed good growth strain of Manila clam.

Key words: *Ruditapes philippinarum*; hybrid; Kung breeding value; combining ability