

夏秋用家蚕品种 7 个数量性状的配合力与遗传力分析

艾均文¹, 司马杨虎², 朱勇³, 何行健¹, 薛宏¹, 黄平⁴, 叶学林⁵, 钟天生¹

(1.湖南省蚕桑研究所, 湖南 长沙 410127; 2.苏州大学 基础医学与生物科学学部, 江苏 苏州 215123; 3.西南大学 生物技术学院, 重庆 400715; 4.云南省农业科学院 蚕桑蜜蜂研究所, 云南 蒙自 661101; 5.广东省茂名市蚕业技术推广中心, 广东 化州 525100)

摘 要:采用 8×8 不完全双列杂交法(NC II), 对来自不同生态区域的 8 个中系与 8 个日系夏秋用家蚕品种及其相应的 64 个杂交组合的全茧量、茧层量、茧层率、万蚕产茧量、万蚕茧层量、死笼率、虫蛹统一生命率等 7 个主要数量性状进行配合力与遗传力分析。结果表明:7 个数量性状的一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)方差达到了显著水平或极显著水平, 它们的遗传由加性效应与非加性效应共同控制, 但主要以加性效应为主; 死笼率、虫蛹统一生命率、万蚕收茧量易受环境因素影响, 全茧量、茧层量、茧层率、万蚕茧层量主要受遗传因素控制; 茧层率、茧层量与全茧量属于遗传力高的性状, 它们可在早期世代进行定向选择, 死笼率、虫蛹统一生命率则因其遗传力低, 宜在前期选择的基础上在中后期进一步加大选择压; 中系品种 C₅与日系品种日₃有较高的一般配合力效应, 其组合日₃×C₅的特殊配合力效应也较高, 是家蚕育种中理想的亲本材料。

关 键 词:家蚕; 数量性状; 配合力; 遗传力; 不完全双列杂交

中图分类号: S851.34⁺7.31

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2012)02-0181-06

Combining ability and heritability analyses of several quantitative characters in different silkworm varieties for summer and autumn rearing

AI Jun-wen¹, SIMA Yang-hu², ZHU Yong³, HE Xing-jian¹, XUE Hong¹, Huang Ping⁴, YE Xue-lin⁵, ZHONG Tian-sheng¹

(1. The Sericultural Research Institute of Hunan Province, Changsha 410127, China; 2. School of Basic Medicine and Biological Sciences, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215123, China; 3. College of Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400715, China; 4. Institute of Sericulture and Apiculture, Yunnan Agricultural Academy, Mengzi, Yunnan 661101, China; 5. Maoming Sericultural Technology Promotion Center, Huazhou, Guangdong 525100, China)

Abstract: The combining ability and heritability of eight Chinese and eight Japanese summer-autumn rearing silkworm varieties from different ecotopes and their 64 cross combinations were analyzed in an 8×8 incomplete diallel crossing design (NC II) for the following seven quantitative characters: cocoon weight, cocoon shell weight, cocoon shell ratio, cocoon crop per 10 000 4th larvae, shell weight per 10 000 4th larvae, dead worm cocoon rate and larva-pupa viability rate. The results showed that variances of the general combining abilities (GCA) and special combining abilities (SCA) of the seven quantitative characters were significant or greatly significant, and all of these characters were controlled by both additive and non-additive effects with the additive effect the principal one. Dead worm cocoon rate, larva-pupa rate and cocoon crop per 10 000 4th larvae were mainly affected by environment factors, whereas the remaining quantitative characters were mainly influenced by genetic effects. Cocoon shell ratio, cocoon shell weight and cocoon weight were the characters with high heritability, and the directional selections for them could be conducted in earlier selections. In contrast, it was better to increase selection pressures in the middle and late selection periods for dead worm cocoon rate

收稿日期: 2011-11-08

基金项目: 国家现代农业(蚕桑)产业技术体系建设专项(CARS-22); 湖南省农业厅科技重点项目(2009-01-05); 湖南省农村科技支撑计划项目(2007NK3115, 2010NK3050)

作者简介: 艾均文(1968—), 男, 湖南常德人, 博士, 研究员, 主要从事蚕桑种质资源与遗传育种研究, jwai718@sina.com

and larva-pupa rate because of their low heritabilities. Chinese variety C_5 and Japanese variety Ri_3 showed high GCA effects, and the combination $Ri_3 \times C_5$ showed high SCA effect, indicating varieties C_5 and Ri_3 were superior parent materials which would be used in future breeding programs.

Key words: silkworm; quantitative character; combining ability; heritability; incomplete diallel crossing design

家蚕一代杂交种的推广使用是农业生产上利用杂交优势的典范^[1]。随着优良杂交种的大面积推广,“遗传侵蚀”导致家蚕品种同质化的问题日显突出,因此,对不同地理来源品种资源进行引进与评价,充分挖掘多样性家蚕地方品种资源的潜力,对目前进行新品种选育与种质创新具有十分重要的现实意义^[2]。在家蚕品种资源的评价指标中,除了其自身的丰产性与强健性指标外,配合力也是衡量其育种价值的重要指标。笔者在—批地方代表性品种资源中选取来自不同生态区域的 8 个中系与 8 个日系夏秋蚕品种,针对丰产性和强健性方面的主要数量性状进行配合力与遗传力分析,旨在对这些新蚕品种的育种潜力进行初步评价,并为纯系选育与—代杂交种组配提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

选取来自不同家蚕生态区域的夏秋用家蚕品种 16 个,其中有 8 个中系亲本(芙蓉、试抗、云₁、夏芳 A、试₆、932、 C_7 、 C_5)和 8 个日系亲本(湘晖、日₃、3087、7532、日丰、0802B、秋白 B、湘 T)。

1.2 方 法

2011 年春,根据家蚕品种选育过程中普遍采用的中、日两系品种互交型式^[3],利用不完全双列杂交试验设计(NC),以 8 个日系品种为母本(P_1 组),

以 8 个中系品种为父本(P_2 组),配制成 64 个杂交组合。2011 年夏季在相同饲养条件下进行比较饲养,将 4 龄起蚕饲养 24 h 后分成 3 区,每区 200 头,按随机区组设计,共计 192 个小区。

1.3 数据处理

按照《2011 年国家桑蚕品种实验室鉴定实施方案》,评定、统计各试验小区的丰产性状(全茧量、茧层量、茧层率、万蚕产茧量、万蚕茧层量)与强健性状(死笼率、虫蛹统一生命率)。将茧层率、死笼率与虫蛹统一生命率数值进行反正弦转换后再进行方差分析。

用 DPS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 各数量性状的配合力方差

对 64 个组合 7 个性状的调查数据进行方差分析(表 1)。各性状重复区组间的差异不显著,而组合间的差异均达到极显著水平。将组合间遗传方差分为中系、日系亲本的一般配合力方差及日系 \times 中系组合的特殊配合力方差,对其进行分析可知:各性状的一般配合力方差均达极显著水平,日系 \times 中系组合所有性状的特殊配合力方差也达显著或极显著水平,表明这些性状的遗传除了受加性遗传控制外,还在一定程度上受到亲本间互作效应的影响。

表 1 家蚕 7 个数量性状的配合力方差

Table 1 Variance analyses of combining abilities for seven quantitative characters of silkworm

变异来源	自由度	配合力方差						
		死笼率	虫蛹统一生命率	全茧量	茧层量	茧层率	万蚕收茧量	万蚕茧层量
重复	2	0.004 6	0.043 0	0.351 6	1.029 6	1.364 7	0.528 2	0.898 8
组合间	63	2.803 1**	2.587 6**	22.364 3**	28.347 0**	16.561 8**	3.261 1**	5.895 4**
P_1	7	4.692 0**	3.963 1**	6.992 1**	11.701 7**	12.800 7**	4.376 7**	8.845 0**
P_2	7	4.489 0**	4.822 8**	8.032 8**	14.454 4**	24.409 7**	4.325 5**	8.982 1**
$P_1 \times P_2$	49	1.559 1*	1.475 3*	9.138 7**	7.694 6**	3.371 5**	1.869 2**	2.137 1**
机误	126	53.205 3	44.206 1	0.000 1	0.001 1	0.041 8	0.542 2	0.029 2

“*”和“**”分别示差异显著和差异极显著。

2.2 各品种资源的一般配合力效应

从表 2 可以看出,同一亲本各性状间的一般配合力(GCA)相对效应值均存在明显差异,表明亲本在不同性状上的 GCA 效应值是不同的,其中,死笼率效应值的负向、其他性状的正向为家蚕育种工作的追求方向。中系品种的 C₅、日系品种的日₃在各自不同地理品系中 5 个丰产性状的 GCA 效应值

均为最高;中系品种试抗、日系品种湘晖强健性状的 GCA 效应值最高。中系亲本 932 的 5 个丰产性状的效应值均为负,且死笼率的效应值与育种目标方向相反;日系亲本 3087 的 2 个强健性状与 4 个丰产性状的效应值均与育种方向相反。从综合表现来看,中系夏芳 A、C₅、云₁和日系日₃的丰产性状及强健性状表现优良。

表 2 各亲本 7 个数量性状的一般配合力相对效应值

品种	一般配合力相对效应值						
	死笼率	虫蛹统一生命率	全茧量	茧层量	茧层率	万蚕收茧量	万蚕茧层量
芙蓉	-2.15	0.73	-1.82	-1.49	0.23	-2.95	-2.59
试抗	-32.86	7.73	-5.23	-6.22	-0.56	-3.35	-4.39
云 ₁	-18.66	4.21	0.36	-0.39	-0.38	0.44	-0.33
夏芳 A	-7.72	1.34	4.23	1.87	-1.20	3.30	0.98
试 ₆	9.34	-2.17	1.64	3.55	1.03	1.15	3.01
932	4.84	0.07	-3.87	-7.66	-2.13	-2.15	-5.87
C ₇	42.27	-10.35	0.05	2.07	1.16	-0.43	1.61
C ₅	4.92	-1.57	4.64	8.27	1.85	4.00	7.58
日 ₃	1.51	-0.71	4.29	7.57	1.72	4.40	7.65
湘晖	-31.14	6.45	-3.39	-5.88	-1.39	-1.85	-4.41
3087	12.00	-2.09	0.05	-1.16	-0.70	-0.16	-1.39
7532	-6.16	2.44	-5.47	-5.80	-0.13	-4.09	-4.38
日丰	1.21	0.23	-0.38	0.43	0.49	0.32	1.16
0802B	-23.27	4.60	-0.77	-1.43	-0.33	-2.18	-2.83
秋白 B	2.67	-1.83	2.59	1.75	-0.41	0.57	-0.30
湘 T	43.18	-9.09	3.08	4.51	0.75	2.99	4.48

2.3 不同组合的特殊配合力效应

特殊配合力(SCA)是亲本品种在特定杂交组合中对杂交后代某一性状平均值的偏离。亲本品种的非累加效应(显性、超显性和上位效应)要依据具体组合而定。由表 3 可知,组合间各性状的 SCA 效应值差异很大,同一性状不同组合间 SCA 效应值

差异也很大,其中,日丰×夏芳 A、3087×C₇、0802B×C₇、日₃×C₅、湘 T×芙蓉、秋白 B×试抗等 6 个组合各性状的 SCA 效应值均在家蚕育种方向上有不同程度的提高;0802B×试抗、秋白 B×云₁、秋白 B×C₅、3087×芙蓉、日₃×夏芳 A、7532×试₆、湘晖×C₇等组合多个性状的 SCA 也较高。

表 3 64 个组合的 7 个数量性状的特殊配合力相对效应值

组合	特殊配合力相对效应值							组合	特殊配合力相对效应值						
	死笼率	虫蛹统一生命率	全茧量	茧层量	茧层率	万蚕收茧量	万蚕茧层量		死笼率	虫蛹统一生命率	全茧量	茧层量	茧层率	万蚕收茧量	万蚕茧层量
日 ₃ ×芙蓉	-21.61	4.96	-0.44	-0.78	-0.12	2.03	1.85	日 ₃ ×试 ₆	10.76	-3.33	2.46	2.73	-0.06	-0.24	-0.27
湘晖×芙蓉	17.86	-3.47	1.69	2.33	0.29	2.50	2.98	湘晖×试 ₆	-15.64	3.69	-0.95	-0.82	0.27	-0.28	0.20
3087×芙蓉	-21.266	4.36	3.39	3.27	-0.08	4.05	3.83	3087×试 ₆	1.61	-1.85	0.33	1.20	0.47	-0.67	0.20
7532×芙蓉	12.61	-4.63	-3.00	-2.34	0.33	-3.93	-3.35	7532×试 ₆	-1.43	2.45	-0.72	0.72	0.89	2.88	4.51
日丰×芙蓉	-33.85	6.38	-6.44	-7.32	-0.52	-4.18	-5.04	日丰×试 ₆	21.87	-4.36	0.98	0.42	-0.39	-1.06	-1.79
0802B×芙蓉	42.61	-8.42	3.39	3.18	-0.03	0.81	0.65	0802B×试 ₆	5.50	-0.14	1.57	1.65	0.05	2.77	2.86
秋白 B×芙蓉	38.49	-7.88	0.85	1.09	0.13	-4.30	-3.86	秋白 B×试 ₆	-9.99	1.34	-4.26	-6.02	-0.97	-1.86	-3.63

续 表

组合	特殊配合力相对效应值							组合	特殊配合力相对效应值						
	死笼率	虫蛹统一 生命率	全茧量	茧层量	茧层率	万蚕 收茧量	万蚕 茧层量		死笼率	虫蛹统一 生命率	全茧量	茧层量	茧层率	万蚕 收茧量	万蚕 茧层量
湘 T×芙蓉	-34.84	8.71	0.56	0.57	0.01	3.01	2.95	湘 T×试 ₆	-12.69	2.21	0.59	0.12	-0.26	-1.54	-2.09
日 ₃ ×试抗	0.37	-0.56	0.31	-0.19	-0.07	-1.76	-2.09	日 ₃ ×932	58.97	-12.20	-0.23	-0.19	0.23	0.26	0.23
湘晖×试抗	1.22	-1.23	1.21	0.21	-0.62	0.11	-0.78	湘晖×932	4.62	1.58	1.28	1.02	-0.24	2.22	1.73
3087×试抗	10.21	-5.11	-4.08	-4.87	-0.46	-3.62	-4.26	3087×932	-39.36	9.31	-3.18	-5.32	-1.34	-3.71	-5.99
7532×试抗	24.90	-6.01	-0.41	0.13	0.28	-1.47	-0.89	7532×932	2.94	-2.05	4.59	4.09	-0.29	1.88	1.33
日丰×试抗	-27.05	8.20	0.26	-1.51	-1.05	0.37	-1.45	日丰×932	34.09	-7.88	3.62	4.43	0.58	4.15	5.02
0802B×试抗	2.04	1.81	1.87	0.89	-0.61	7.96	6.69	0802B×932	-7.70	4.57	-4.82	-2.17	1.40	-3.10	-0.50
秋白 B×试抗	-9.28	1.20	0.98	3.20	1.17	0.42	2.46	秋白 B×932	-4.10	-5.40	0.64	-0.31	-0.43	-0.44	-1.34
湘 T×试抗	-2.41	1.69	-0.13	2.15	1.41	-2.00	0.32	湘 T×932	-49.46	12.08	-1.90	-1.54	0.09	-1.25	-0.47
日 ₃ ×云 ₁	-0.10	-1.45	1.49	1.00	-0.31	-0.25	-0.88	日 ₃ ×C ₇	-25.50	4.86	-6.00	-7.23	-0.54	-5.44	-6.59
湘晖×云 ₁	15.19	-1.04	-3.16	-1.75	0.62	0.87	2.038	湘晖×C ₇	-46.87	6.61	4.34	3.53	-0.35	1.09	0.47
3087×云 ₁	-1.86	0.41	-0.85	-0.17	0.38	-0.78	-0.13	3087×C ₇	-28.95	8.66	1.72	1.77	0.02	3.65	3.58
7532×云 ₁	15.72	-3.61	7.75	8.34	0.36	4.98	5.69	7532×C ₇	21.69	-4.13	2.51	3.09	0.27	1.34	1.86
日丰×云 ₁	-5.40	0.43	-1.64	0.31	1.09	-1.81	0.24	日丰×C ₇	9.07	-0.37	-1.54	-0.98	0.31	-0.24	0.37
0802B×云 ₁	9.22	-2.73	-3.72	-4.04	-0.17	-5.61	-5.76	0802B×C ₇	-14.04	3.09	2.13	2.77	0.22	0.14	0.68
秋白 B×云 ₁	-17.14	3.99	3.80	1.61	-1.18	6.43	4.15	秋白 B×C ₇	-3.58	2.99	-4.52	-3.83	0.34	-6.13	-5.61
湘 T×云 ₁	-15.63	3.99	-3.67	-5.30	-0.79	-3.84	-5.34	湘 T×C ₇	88.18	-21.75	1.36	0.87	-0.27	5.59	5.24
日 ₃ ×夏芳 A	-8.00	4.77	0.49	-0.90	-0.63	2.03	0.73	日 ₃ ×C ₅	-14.89	2.94	1.92	5.57	1.45	3.37	7.03
湘晖×夏芳 A	15.29	-3.52	-0.46	0.49	0.45	1.20	2.05	湘晖×C ₅	8.33	-2.63	-3.95	-5.01	-0.40	-7.71	-8.70
3087×夏芳 A	57.58	-11.64	0.62	0.54	0.08	-1.62	-1.62	3087×C ₅	22.03	-4.15	2.05	3.59	0.94	2.69	4.39
7532×夏芳 A	-46.66	12.08	-11.11	-10.12	0.34	-7.58	-6.73	7532×C ₅	-29.77	5.92	0.38	-3.92	-2.19	1.90	-2.41
日丰×夏芳 A	-26.01	3.59	5.16	5.70	0.26	5.47	5.99	日丰×C ₅	27.28	-6.03	-0.38	-1.06	-0.29	-2.69	-3.34
0802B×夏芳 A	-11.10	-2.21	0.82	-1.35	-1.13	-1.85	-3.77	0802B×C ₅	-26.53	4.03	-1.23	-0.91	0.28	-1.13	-0.86
秋白 B×夏芳 A	17.03	-1.85	3.82	5.01	0.65	2.90	4.16	秋白 B×C ₅	-11.44	5.63	-1.31	-0.76	0.32	2.98	3.68
湘 T×夏芳 A	1.86	-1.21	0.67	0.63	-0.03	-0.55	-0.81	湘 T×C ₅	24.99	-5.69	2.51	2.51	-0.16	0.59	0.21

2.4 各性状的总配合力效应值

家蚕杂交组合的各性状表现既受双方亲本 GCA 效应的影响,又受特定组合 SCA 效应的制约。将父、母本的 GCA 效应和杂交组合的 SCA 效应按线性累加为总配合力(TCA)效应,可更直观、准确地判定杂交组合的优劣^[4]。通过计算发现,日₃×C₅、日₃×芙蓉、日₃×云₁、0802B×试₆、0802B×C₅、秋白 B×C₅ 等 6 个组合各性状的 TCA 效应值在育种目标方向上均有不同程度的提高(表 4),秋白 B×云₁、日₃×夏芳 A、日₃×试抗、日丰×夏芳 A、日丰×云₁、0802B×试抗、7532×云₁ 等组合多个性状的 TCA 效应值较高,综合表现优良,其中,日₃×C₅ 丰产性状的 TCA 效应值最高,0802B×试抗强健性状的 TCA 效应值最高。进一步对这些组合的亲本进行分析,

表 4 优良组合 7 个数量性状的总配合力效应值

优良组合	总配合力效应值						
	死笼率	虫蛹统一生命率	全茧量	茧层量	茧层率	万蚕收茧量	万蚕茧层量
日 ₃ ×C ₅	-8.46	0.66	10.85	21.41	5.02	11.77	22.26
日 ₃ ×芙蓉	-22.25	4.98	2.03	5.30	1.83	3.48	6.91
日 ₃ ×云 ₁	-17.25	2.05	6.14	8.18	1.03	4.59	6.44
0802B×试 ₆	-8.43	2.29	2.44	3.77	0.75	1.74	3.04
0802B×C ₅	-44.88	7.06	2.64	5.93	1.80	0.69	3.89
秋白 B×C ₅	-3.85	2.23	5.92	9.26	1.76	7.55	10.96
秋白 B×云 ₁	-33.13	6.37	6.75	2.97	-1.97	7.44	3.52
日 ₃ ×夏芳 A	-14.21	5.40	9.01	8.54	-0.11	9.73	9.36
日 ₃ ×试抗	-30.98	6.46	-0.63	1.16	1.09	-0.71	1.17
日丰×夏芳 A	-32.52	5.16	9.01	8.00	-0.45	9.09	8.13
日丰×云 ₁	-22.85	4.87	-1.66	0.35	1.20	-1.05	1.07
0802B×试抗	-54.09	14.14	-4.13	-6.76	-1.50	2.43	-0.53
7532×云 ₁	-9.10	3.04	2.64	2.15	-0.15	1.33	0.98

发现利用 GCA 表现优良的亲本进行杂交育种能明显提高子代的遗传增益,较易得到表现突出的强优组合,如日₃、C₅、云₁等。综合分析强健性与丰产性的表现,日₃×C₅是最具有育成前途的强优组合。

2.5 各数量性状的群体配合力方差及其对杂交种的贡献率

为了进一步明确双亲及互作对杂交后代的影响,根据随机模型估算各性状的亲本基因型 GCA 方差(V_{P_1} , V_{P_2})与 SCA 方差($V_{P_{12}}$),进而估算出各性状的 GCA 方差与 SCA 方差及其在基因型总方差(V_T)中的份量,同时估算了在 GCA 方差中父、母本所占的份量^[5]。从数量遗传角度来看,GCA 主要由基因加性效应决定,遗传较为稳定,而 SCA 是由

基因的显性效应、上位效应及超显性效应等非加性效应决定。从表 5 可以看出,7 个数量性状的 GCA 效应值均大于 50%,说明这些性状中亲本基因的加性效应对杂种一代性状的形成起着主导作用。特别是茧层率的基因加性效应值达 86.22%,两亲本的互作效应十分低。父、母本效应对 7 个性状在杂交种 F₁ 中的表现是不同的,虫蛹统一生命率表现为母本 P₁ 的 GAC 方差大,而茧层率表现为父本 P₂ 的 GCA 方差大,全茧量表现为父本 P₂ 的 GCA 方差略大于母本 P₁,其他性状的 GCA 方差大致相等。这与文献[6]的试验结果有一定的差异,这可能与本研究中的试验材料和试验环境与文献[6]中的试验材料(春用限性品种)及试验环境不同有关。

表 5 7 个数量性状的基因型方差与父、母本及其互作对杂交种 F₁ 的遗传贡献率

Table 5 The contribution ratio of the male, female and their interaction to the genotypic variance of the seven quantitative characters in F ₁ hybrids							
数量性状	V_{P_1}	V_{P_2}	$V_{P_{12}}$	$(V_{P_1}+V_{P_2})/V_T$	V_{P_1}/V_T	V_{P_2}/V_T	$V_{P_{12}}/V_T$
死笼率	12.059 2	12.761 0	9.915 9	0.714 5	0.347 2	0.367 4	0.285 5
虫蛹统一生命率	10.387 7	8.051 8	7.003 2	0.724 7	0.408 3	0.316 5	0.275 3
全茧量	0.002 5	0.002 9	0.002 9	0.646 4	0.300 2	0.346 2	0.353 6
茧层量	0.000 3	0.000 3	0.000 2	0.766 3	0.391 0	0.375 3	0.233 7
茧层率	0.069 3	0.137 5	0.033 1	0.862 2	0.288 9	0.573 2	0.137 8
万蚕收茧量	0.142 6	0.140 4	0.157 1	0.633 1	0.320 1	0.313 0	0.356 9
万蚕茧层量	0.020 4	0.020 8	0.011 1	0.788 1	0.390 1	0.397 7	0.211 9

2.6 各数量性状的遗传力估算

根据配合力方差分析结果,估算了各性状的广义遗传力与狭义遗传力(表 6)。各性状的广义遗传力从大到小依次为茧层量、全茧量、茧层率、万蚕茧层量、万蚕收茧量、死笼率、虫蛹统一生命率;各性状的狭义遗传力从大到小依次为茧层率、茧层量、全茧量、万蚕茧层量、万蚕收茧量、死笼率、虫蛹统一生命率。除茧层率外,各性状广义遗传力与狭义遗传力的变化趋势基本相同。虫蛹统一生命率、死笼率、万蚕收茧量的广义遗传力低于 50%,其环境方差较大,这些性状易受环境因素影响;全茧量、茧层量、茧层率、万蚕茧层量的广义遗传力达到 60% 以上,说明这些性状受环境因素影响较小。茧层率、茧层量、全茧量的狭义遗传力高于 50%,其中茧层率与茧层量的均在 70% 以上,表明其性状由亲代遗传给子代的传递能力强;死笼率、虫蛹统一生命率的狭义遗传力低于 30%,这与育种工作中生命力易受环境影响的实际相符。

表 6 7 个数量性状的群体遗传力

Table 6 Heritability of seven quantitative characters in the colony		
数量性状	广义遗传力/%	狭义遗传力/%
死笼率	39.5	28.22
虫蛹统一生命率	36.53	26.47
全茧量	88.47	57.19
茧层量	90.89	70.56
茧层率	85.16	73.42
万蚕收茧量	44.48	28.81
万蚕茧层量	64.14	50.54

3 结论与讨论

a.家蚕主要数量性状的遗传特点。本研究中有 关家蚕强健性与丰产性的 7 个主要数量性状的 GCA 和 SCA 方差均达到显著或极显著差异水平,表明这些性状的遗传受亲本基因的加性效应与非加性效应共同控制,但各性状的 GCA 方差均大于 SCA 方差,因此,这些性状的遗传效应主要是基因的加性效应。通过对群体的配合力方差及其对杂交种的贡献率进行分析,发现虫蛹统一生命率表现出

了一定程度的母本效应,而茧层率表现出了较强的父本效应,这与夏秋蚕品种选育过程中以生命力强的多化性品种为母本,以丝量多、茧层厚的二化性品种为父本的亲本选择经验^[7]相吻合;全茧量也表现出了较弱的父本效应,这与冯家新^[8]关于家蚕选育的正反交试验结论一致,但他的研究中茧层率没有父本效应。遗传力是进行育种选择的重要参数^[6]。本研究中,家蚕的茧层率、茧层量、全茧量的遗传力高,宜在选育的早期世代进行(这与文献^[3]结果一致);死笼率、虫蛹统一生命率的狭义遗传力低,宜在显性和上位等效应消退后,遗传力有所提高的中后期世代进行单蛾饲养与定向选择,早期选择时应适当降低选择强度,扩大入选个体数和下一代参与收蚁蚕蛾数。本试验结果可作为目前家蚕品种经典选育方法^[3]的参考依据。

b.配合力对家蚕遗传育种的利用价值。GCA 是评价亲本潜在育种能力的重要指标^[10]。本研究中发现不同亲本在同一性状、同一亲本在不同性状上的 GCA 效应差异很大。前人在家蚕或其他作物研究中也得到相似的结果^[11-14]。本试验中的材料选择具有一定的地域代表性与遗传差异性。在各自不同的地理品系中,中系品种 C₅、日系品种日₃ 的 5 项丰产性状的 GCA 效应值均最高,日₃×C₅、秋白 B×C₅、日₃×夏芳 A 等杂交组合也属于 GCA 效应和 SCA 效应均高的优良亲本。中系品种试抗、日系品种湘晖的强健性状的 GCA 效应值最高,因此,对现行品种中生命力低的品种进行改造具有重要意义。中系品种 932、日系品种 7532 已作为成对亲本材料或单一亲本材料被广泛应用,并衍生出了一大批实用性家蚕品种。目前国内几乎所有日系育成品种均含有 7532 的血缘^[15],但在本次试验中,它们多个性状的 GCA 效应明显偏低,表明这些骨干亲本通过各地深度改造,已形成了一批更加优良的地方品种,或各地通过自主创新获得了一批 GCA 效应更高的基础材料。通过 SCA 效应分析还发现,中系品种 932、日系品种的 7532 与其他大部分地方品种的互作效应并不突出,表明这些地方品种与当前普遍应用家蚕品种的遗传差异较大,具有育成遗传成分更加丰富、

综合表现更加优良组合的潜力。

参考文献:

- [1] 司马杨虎,钱荷英,徐世清,等.家蚕对交系间的遗传距离及其一代杂交种的杂种优势研究[J].蚕业科学,2008,34(3):429-434.
- [2] 代方银,鲁成.家蚕基因资源持续保存的重要意义与我国的任务[J].中国蚕业,2001,22(3):5-12.
- [3] 向仲怀.家蚕遗传育种学[M].北京:农业出版社,1994:113-262.
- [4] 罗俊,周会,张木清,等.能源甘蔗主要经济和光合性状的遗传分析[J].应用与环境生物学报,2004,10(3):268-273.
- [5] 顾万春.统计遗传学[M].北京:科学出版社,2004:280-298.
- [6] 杨峻.家蚕数量性状的配合力和遗传力的分析[J].安徽农学院学报,1988(1):62-70.
- [7] 江苏省蚕业研究所蚕种研究室夏秋组.关于夏秋蚕品种选育工作的意见[C]/冯家新.家蚕育种选集.杭州:浙江大学出版社,2002:616-687.
- [8] 冯家新.家蚕育种方法的探索[J].蚕业科学,1980,6(3):159-166.
- [9] 杨明观.家蚕数量性状配合力与杂种优势研究[J].蚕业科学,1982,8(4):193-198.
- [10] Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems[J]. Australian Journal of Biological Science, 1956, 9: 463-493.
- [11] Seidavi A. Analysis of combining ability for some parameters in iranian lines of silkworm *Bombyx mori* L.(Lepidoptera: Bombycidae) [J]. Annals of Biological Research, 2011, 2(2): 158-163.
- [12] Darvishzadeh R, Alavi R. Genetic analysis of chloride concentration in oriental tobacco genotypes[J]. Journal of Plant Nutrition, 2011, 34(7): 1070-1078.
- [13] 朱勇,向仲怀.家蚕主要数量性状的配合力与遗传力分析[J].蚕学通讯,1992(1):15-19.
- [14] 张玲,杨国涛,谢崇华,等.几个粳型杂交水稻光合特性的配合力研究[J].南京农业大学学报,2009,32(2):5-9.
- [15] 姚福广,卢筱芬.家蚕夏秋用新品种朝霞(7532)的育成[J].广西蚕业,1995(1):49-51.

责任编辑:王赛群