

家蚕茧层练减率的遗传和育种学的研究

林忠芬

(广东省丝绸公司蚕种繁殖试验所)

钟生泉 唐维六

(华南农业大学蚕桑系)

摘要 本试验对家蚕茧层练减率进行了遗传及育种学的研究,结果表明,不同化性间、不同系统间,不同品种间以及品种内雌雄性间的茧层练减率均有很显著差异,茧层练减率与全茧量,茧层量,茧层率的相关关系没有一致倾向。按海曼(Hayman)模型估算出茧层练减率的遗传参数为: $D=1.8344$ 、 $H_1=0.2793$ 、 $H_2=0.2690$ 、 $F=-0.0798$;在茧层练减率的遗传成分中,以加性成分为主;茧层练减率显性效应由一个或一组不完全显性的主效基因控制;茧层练减率的广义遗传力为91.16%狭义遗传力为82.21%。茧层练减率的一般配合力间以及特殊配合力间差异很显著。茧层练减率一般情况下表现为负向杂种优势。通过用系统育种法和杂交育种法对茧层练减率进行选择试验,表明选择有效,但以杂交育种法更为理想。

关键词 家蚕;茧层练减率;遗传;育种学

家蚕茧丝主要由丝素(Fibroin)和丝胶(sericin)组成。茧丝中实际作为丝绸纤维利用的仅仅是丝素,而约为25%左右的丝胶都要在制丝过程中被除去。茧层练减率(degumming loss of cocoon shell)是指脱前干量与脱胶后干量之差,除以脱胶前干量的百分率,它是家蚕品种的一个重要经济性状,是影响出丝率的一个重要因素。现行的家蚕品种练减率一般约为25%左右。关于茧层练减率,日本学者已从蚕品种、饲养环境、饲养技术及遗传、育种、生化等许多方面进行了研究^[1],而对于茧层练减率的遗传力、基因的效应,基因数的估算,只有蒲生、平林的报导^[2]。国内对茧层练减率的研究报导很少,只有黄国瑞^[3]、钟生泉^[4]、黄龙全^[5]的报导。本试验在于进一步探明茧层练减率的遗传规律,为选育练减率低、丝量多的实用性品种积累资料 and 提供某些理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试家蚕品种

1.1.1 对32个原种(其中一化性2个、二化性20个、多化性10个)进行品种间茧层练减率的调查(品种名“见结果与分析”下同);采用32个原种和4对杂交种进行相关分析。

1.1.2 采用中系二化性品种和日系二化性品种各1个进行完全双列杂交试验计算茧层练减率的各个遗传参数、配合力效应及杂种优势率。

1.1.3 采用中系二化性品种及日系二化性品种各2个进行系统选育,采用广蚕二×苏六和苏六×黑蛾龙角两个杂交组合测定茧层练减率的选择效果。

1991-03-07 收稿

1.2 试验方法: 在供试品种的上中茧中随机取样, 鉴别雌雄, 分别编号并进行称重, 调查全茧量, 茧层量和茧层率。将雌雄茧层分别放在 100~105℃ 下进行 3h 烘干, 称得茧层干燥重量。把干燥的茧层放入 3cm×30cm 的试管中, 注入 0.3% 中性皂液至试管的 2/3 左右, 置于沸水浴中煮 40min, 然后除去溶液, 再一次加入新鲜的 0.3% 中性皂液, 再煮 40min。煮后的茧丝用清水冲洗, 然后再用碳酸钠水溶液 0.06%、0.04%、0.02%、; 温水、冷水等顺序洗涤。洗涤后的茧丝用 100~105℃ 经 3h 干燥后, 称得精练后干燥重量。最后, 计算出茧层练减率^[4]。

$$\text{茧层练减率}(\%) = \frac{\text{茧层干燥重量} - \text{精练后干燥重量}}{\text{茧层干燥重量}} \times 100$$

1.3 数据处理 在统计分析中, 百分率均经 $\sin^{-1} \sqrt{x}$ 转换。

2 结果与分析

2.1 品种间茧层练减率的差异

选用 32 个原种, 每品种以 40 颗上中茧 (雌雄各 20 个) 进行测定。表 1 为各蚕品种的茧层练减率的平均值。表 2 为差异显著性测验结果。

从表 1 可以看到不同蚕品种的茧层练减率相差悬殊, 最高的为 29.47% (203 品种), 最低的只的 20.30% (黑蛾龙角品种),

表 2 结果表明: (1) 品种之间, 其茧层练减率差异达到很显著, 而个体间差异不显著, 说明不同蚕品种的茧层练减率存在着本质上的遗传差异 (2) 不同化性间茧层练减率差异很显著。一化性茧层练减率的平均值为 24.16%, 二化性为 25.16%, 多化性为 25.85%, 化性间茧层练减率为多化 > 二化 > 一化。 (3) 不同系统间茧层练减率差异很显著。中系茧层练减率的平均值为 25.47%, 日系为 24.89%, 中系的茧层练减率比日系高。 (4) 雌雄性间茧层练减率差异很显著。雌性茧层练减率的平均值为 25.45%, 雄性为 25.03%, 茧层练减率雌性比雄性高。

表 1 不同蚕品种茧层练减率 (单位: %)

品 种	华合	东肥	新九	7532	芙蓉	湘晖	东 34	东 34 (茧)
茧层练减率	24.49	23.82	25.78	27.15	26.54	25.29	26.04	25.78
品 种	苏 12	广蚕三	广蚕七	广蚕二	苏三	苏四	苏五	苏六
茧层练减率	23.21	25.03	20.40	23.40	27.36	26.43	28.18	24.51
品 种	8301	3 新	5091	苏花	明珠	黑蛾龙角	107	东 107
茧层练减率	24.34	26.72	26.92	26.02	23.82	20.30	21.50	26.29
品 种	203	137	403	秋 303	303	305	琼山海南	白皮淡
茧层练减率	29.47	27.53	22.69	24.90	25.81	26.29	27.64	26.36

表 2 茧层练减率的方差分析表

变 因	SS	DF	Ms	F
品 种 间	254 2.881	31	82.028 4	26.622 7**
化 性 间	95.674	2	47.837 0	15.559 3**
系 统 间	45.220	1	45.220 0	14.708 **
雌雄性间	24.742	1	24.742 0	8.0475 **
个 体 间	166.948	39	4.280 7	1.392 3
机 误	370 4.809	1205	3.074 5	
总 变 异	658 0.274	1279		

2.2 茧层练减率与全茧量、茧层量、茧层率的相关性

丝胶是茧丝组成的一部分,弄清茧层练减率与全茧量、茧层量、茧层率的关系,在育种过程中有可能利用间接的选择而提高选择效果。表3为各性状间的相关系数 r 值^[3]。

由表3可见,相关关系没有一致倾向,除少数相关系数达到显著或很显著水平外,绝大多数相关系数未达到显著水平。

2.3 茧层练减率遗传参数的估测

表4为完全双列杂交64个组合两个重复茧层练减率测定结果的平均值,表5为方差分析结果。结果表明:各个组合之间茧层练减率达到很显著。因此,可按海曼(Hayman)模型对遗传效应的组成成分进行分析^[1,2]。

表3 茧层练减率与全茧量、茧层量、茧层率的相关系数

品 种	个 体 数	与全茧量 相关系数 r 值	与茧层量 相关系数 r 值	与茧层率 相关系数 r 值	品 种	个 体 数	与全茧量 相关系数 r 值	与茧层量 相关系数 r 值	与茧层率 相关系数 r 值
华合	40	-0.175 8	0.157 4	0.039 8	黑蛾龙角	40	0.190 0	-0.187 9	0.016 0
东肥	40		-0.163 5		107	40	0.357 5*	-0.252 2	0.126 2
新九	40	-0.235 2	-0.110 5	-0.301 6	东 107	40	0.501 7**	0.333 2*	0.002 0
7532	40	-0.243 3	0.042 5	-0.346 8*	203	40	-0.278 1	0.233 5	-0.012 8
芙蓉	40	-0.113 5	0.065 2	-0.084 1	137	40	0.021 9	-0.089 4	-0.045 9
湘晖	40	-0.166 0	0.120 0	-0.086 7	403	40	-0.351 8*	0.275 1	-0.365 3*
东 34	40	-0.160 6	0.130 9	0.004 4	秋 303	40	-0.144 4	0.063 5	-0.004 3
东 34(蓉)	40	-0.504 6**	0.219 4	-0.187 5	303	40	-0.0366 2	0.133 5	0.135 6
苏 12	40	-0.055 9	-0.132 4	-0.269 9	305	40	-0.366 7*	0.305 4	-0.0614
广蚕三	40	-0.153 2	0.114 6	-0.792 0*	琼山海南	40	-0.105 6	0.019 7	-0.084 4
广蚕七	40	0.091 3	-0.126 3	-0.077 5	白皮淡	40	0.183 8	-0.112 2	0.053 4
广蚕二	40	0.217 5	-0.283 9	-0.163 9	华合×东肥	40	-0.034 5	-0.241 3	-0.432 3**
苏三	40	-0.140 0	0.145 6	-0.021 2	东肥×华合	40	-0.238 9	0.225 9	0.082 7
苏四	40	-0.184 1	0.381 4*	0.318 5*	新九×7532	40	0.072 8	3422×10^{-5}	0.069 4
苏五	40	-0.126 6	-0.166 1	0.018 6	7532×新九	40	5.454×10^{-3}	4.288×10^{-1}	0.0327
苏六	40	0.006 4	-0.247 2	0.065 0	湘晖×芙蓉	40	0.083 5	-0.129 8	-0.098 2
8301	40	-0.134 5	-0.091 1	-0.192 4	苏五×苏六	40	0.411 2**	-0.446 4**	-0.072 7
3 新	40	0.080 2	-0.243 6	-0.289 5	苏六×苏五	40	0.162 5	-0.346 7*	-0.266 6
5091	40	0.557 3**	0.184 4	-0.158 2	原种	32	-0.065 2	0.095 8	0.1990
苏花	40	0.228 1	-0.197 5	-0.075 2	杂交组合	7	-0.760 0*	-0.597 1	-0.101 3
明珠	40	0.303 4	-0.269 1	-0.033 6	综合				

表示达到5%显著水平,差异显著,以下相同。

表4 完全双列杂交茧层练减率的测定平均值 (单位: $\sin^{-1} \sqrt{\%}$)

亲 本	新 九	芙 蓉	广蚕三	广蚕七	7352	湘 晖	苏 12	广蚕二
新九	31.250	30.665	29.920	29.230	32.255	31.995	30.825	29.635
芙蓉	30.935	31.425	30.415	29.920	31.330	30.725	30.585	29.675
广蚕三	32.720	32.095	30.035	27.880	30.590	30.020	29.750	28.795
广蚕七	29.165	29.905	28.620	27.850	28.495	28.845	28.375	27.895
7352	30.580	30.965	30.315	30.440	31.650	30.895	30.365	30.050
湘晖	30.345	30.190	29.015	28.920	30.300	30.395	30.050	29.185
苏 12	30.340	30.935	29.490	28.905	30.155	29.790	29.755	29.840
广蚕二	30.995	30.155	28.315	28.275	29.655	29.190	28.190	28.540

表5 8个亲本全互交各遗传型效应的方差分析

变 因	DF	SS	MS	F
重 复	1	0.644	0.644	6.5381
遗传型	63	138.7533	2.2024	22.3594**
误 差	63	6.2027	0.0985	
总 和	127	145.6		

根据计算,协方差 W_{ri} 对方差 V_{ri} 的回归系数 $b = \text{Cov}(W_{ri} \cdot V_{ri}) / V(V_{ri}) = 0.8830$, 经 t 测验,表明供试资料符合海曼模型。

2.3.1 经计算得,加性成分 D 为 1.8344,当正效基因频率等于负效基因频率,即 $P=Q$,显性成分 H_1 为 0.2793,当 $P \neq Q$ 时,显性成分 H_2 为 0.2690,上位性成分 F 为 -0.0798。可见,在茧层练减率的遗传成分中,以加性成分为主。因为加性成分能固定遗传,故在开展茧层练减率的育种时,采用杂交育种法,选用茧层练减率低的亲本作为材料,通过基因的分选、重组,有可能育成茧层练减率低的实用品种。

2.3.2 平均显性度 $\sqrt{H/D} = 0.3901 < 1$,说明茧层练减率属不完全显性。

2.3.3 显性位点数 $k = [h]^2 / H_2 = 0.3134$,说明茧层练减率的显性表现是由一个或一组主效显性基因控制。

2.3.4 根据公式 $P/Q = \sqrt{4DH_1 + F} / \sqrt{4DH_1 - F}$,求得 P/Q 为 0.8943 ($P = 0.4721$ $Q = 0.5279$)。这表明:在这些试验群体材料中正效基因的频率 P 小于负效基因的频率 Q 。这对降低茧层练减率的选择有利。

2.3.5 茧层练减率的广义遗传力为 91.16%,狭义遗传力为 82.21%,说明茧层练减率的遗传力较高。

2.4 配合力分析。

表6为配合力的方差分析

检验表明:(1)茧层练减率的一般配合力间差异很显著,表明选育茧层练减率低的蚕品种是有可能的;(2)茧层练减率的特殊配合力间差异很显著;(3)茧层练减率的正反交效应间差异很显著,说明茧层练减率可能有母性遗传现象,在亲本选配时值得注意。

2.5 杂种优势分析

以表4完全双列杂交资料求 F_1 表型值与其两亲本均值之间的回归方程有 $\hat{y} = -0.52 + 1.01x$ (式中 $\hat{y}$ 为 F_1 的预测值, x 为两亲平均值)。经检验,回归关系很显著。

表6 配合力的方差分析

变 因	DF	SS	MS	F
一般配合力 (gca)	7	54.233 6	7.747 7	157.154 2**
特殊配合力 (sca)	28	5.142 2	0.183 7	3.726 2**
正反交 (rec)	28	9.715 2	0.347 0	7.038 5**
机 误 (e)	63		0.049 3	

同时,从求出各区的杂种优势率可知:茧层练减率一般表现为负向杂种优势,也有少数表现为正向杂种优势,这对茧丝生产是很有利的。

2.6 选择效果

2.6.1 系统育种法 原种中国系统新九,广蚕三及日本系统 7532,湘晖茧层练减率各世代选择结果平均值列于表 7。若从各世代的测定成绩来看,各品种表现不一。这是因为各品种在不同的环境条件下饲养的不同表现。但总的来说,茧层练减率比当代有所降低。若将各品种选择到第三代和同期饲养的对照种比较,选择系比对照系的茧层练减率显著或很显著地降低,说明茧层练减率的选择是有效果的。

2.6.2 杂交育种法 杂交亲本广蚕二、苏六及黑蛾龙角的全茧量,茧层量、茧层率、茧层练减率以及广蚕二×苏六,苏六×黑蛾龙角两个杂交材料各世代的全茧量,茧层量,茧层率、茧层练减率选择结果的平均值列于表 8。

从表 8 可以看出,经过三代的选择,茧层练减率比当代双亲的平均值有所降低。结果说明利用导入低茧层练减率的基因,育成丝量多、练减率低的蚕品种是有可能的。

以上结果说明:茧层练减率的选择是有效果的。比较系统育种法和杂交育种法,似乎杂交育种法效果更好。

致谢 本文承蒙王润华副教授、林健荣讲师审阅,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 1 兰巨生.作物遗传参数统计法.石家庄:河北人民出版社,1982.165~191
- 2 刘来福,毛盛贤,黄远樟.作物数量遗传.北京:农业出版社,1984.125~149;206~243
- 3 林健荣.金石 Fx-502P 计算器在蚕业生物统计上的编程应用.广东蚕业通讯,1985(2):39~43
- 4 钟生泉.家蚕茧层练减率的研究.广东蚕业通讯,1985(1):53~56
- 5 黄国瑞.关于桑蚕茧层丝胶含量的调查.蚕桑通报,1980,11(3):39~43
- 6 黄龙全.家蚕茧层含胶率的遗传学研究.蚕业科学,1988,14(2):68~71
- 7 川畑 勉.家蚕の茧层练减率の品种性及び他の实用形质との关系.蚕丝研究,1981,14(119):51~60
- 8 蒲生卓磨,平林隆.茧层练减率の二面交杂による遗传分析.日本蚕丝学杂志,1984,53(2):114~120

表8 杂交组合茧层练减率各世代选择结果(1988年)

杂交组合	世 代	收蚁期(月、日)	全茧量(g)	茧层量(g)	茧层率(%)	茧层练减率%	
广蚕二×苏六	当代 (亲本)	广蚕二	3.9	1.13	0.22	19.47	23.40
		苏 六	3.9	1.31	0.32	24.43	24.51
		平 均		1.22	0.27	22.13	23.96
	F ₁	5.6	1.30	0.30	23.08	22.59	
	F ₂	6.24	1.05	0.22	20.95	23.12	
	F ₃	9.4	1.22	0.25	20.49	23.12	
	当代 (亲本)	苏 六	3.9	1.31	0.32	24.43	24.51
		黑蛾龙角	3.9	1.06	0.16	15.09	20.30
		平 均		1.19	0.24	20.17	22.41
	F ₁	5.6	1.42	0.27	19.01	23.59	
苏六×黑蛾龙角	F ₂	6.24	1.13	0.22	19.47	22.32	
	F ₃	9.4	1.36	0.27	19.85	22.13	

表 7 原种茧层练减率各世代选择结果(1988 年)

	新 九					广 登 三					7532					湘 晖				
收 放 期 (月/日)	3/9	5/6	6/24	9/4		3/9	5/6	6/24	9/4		3/9	5/6	6/24	9/4		3/9	5/6	6/24	9/4	
世 代	当	1	2	3	对 照	当	1	2	3	对 照	当	1	2	3	对 照	当	1	2	3	对 照
全 茧 量(g)	1.34	1.30	1.16	1.34	1.38	1.34	1.28	1.14	1.30	1.39	1.26	1.25	1.03	1.20	1.21	1.27	1.24	1.05	1.10	1.18
茧 层 率(g)	0.30	0.27	0.25	0.29	0.32	0.27	0.24	0.22	0.25	0.27	0.28	0.25	0.21	0.24	0.26	0.27	0.27	0.20	0.22	0.25
茧 层 率(%)	22.39	20.77	21.55	21.64	23.19	20.15	18.75	19.30	19.23	19.42	22.22	20.00	20.38	20.00	21.49	21.46	21.77	19.05	20.00	21.19
茧 层 练 减 率 (%)	25.78	25.55	25.27	25.03	25.88	25.03	24.55	24.68	23.96	25.20	27.15	26.77	24.32	24.81	26.84	25.29	23.51	24.38	23.43	24.90

STUDIES ON THE HEREDITY AND BREEDING OF THE DEGUMMING LOSS OF COCOON SHELL OF *BOMBYX MORI*

Lim ZhongFen Zhong ShengQuan Tang Weiliu

(Department of Sericulture)

Abstract This experiment deals With the Studies on degumming loss of cocoon shell of *Bombyx mori* in terms of heredity and breeding , and the results showed that there were differences between the various voltines, varieties and male and female silkworms among the same variety. There was no uniform tendency for the correlation between the degumming loss of cocoon shell and whole cocoon weight, cocoon shell weight and cocoon shell ratio. According to the estimation by Haymen model, the parameters of degumming loss of cocoon shell were $D=1.8344$, $H_1=0.2793$, $H_2=0.2690$, $F=0.0798$; in the hereditary components of degumming loss of cocoon shell, additive component was the major one; its dominant effect was controlled by an incomplete dominant, major gene or by a group of them; its generalized heritability was 91.16%, while its special one was 82.21%. There was a significant difference between its general combining ability and special combining ability. Generally, it appeared to be negative to heterosis. Through the systemic breeding and hybridization in the selection test of degumming loss of cocoon, it was known that selection was effective, and the more idealistic method was to use the latter one.

Key words: *Bombyx mori*; degumming loss of cocoon shell; heredity breeding