

누에 二面交雜에 의한 形質發現의 雜種強勢와 弱勢

鄭 元 福 · 張 權 烈*

東亞大學校 · *慶尙大學校

Degrees of Heterosis and Inbreeding Depression of Quantitative Characters in Silkworm by Diallel Crosses

Won Bog Jeong and Kwon Yawl Chang*

Dong-A University, Pusan, Korea and *Gyeongsang National University, Chinju, Korea

Summary

The purpose of this experiment was to obtain the basic information on heterosis and inbreeding depression of quantitative characters in the silkworm by diallel crosses of seven varieties differing widely in each character.

Period of 5th instar cocoon weight, cocoon layer weight, cocoon layer ratio, boiling off ratio, raw silk percent, bave length, bave weight, bave size, weight of first molting larva and fourth molting larva were investigated.

The results obtained were summarized as follows:

The degrees of positive heterosis of cocoon weight and cocoon layer weight were higher. Period of 5th instar and boiling off ratio were negative heterosis. In F_1 generation, cocoon weight and bave weight showed positive heterobeltiosis, while fifth instar-period, cocoon layer ratio and boiling off ratio showed negative heterobeltiosis in the F_1 and F_2 generation. Inbreeding depression was observed in cocoon layer ratio and boiling off ratio.

緒 論

누에의 量的 形質에 대한 遺傳的 發現은 同系交配보다 異系交配에서 일반적으로 더 크게 나타날 수가 있다. 누에의 雜種強勢는 外山(1906)가 經濟的 形質은 原蠶種보다 交雜種이 優秀하다고 발표한 이래, 많은 育種家들이 雜種強勢現象을 量的 形質의 增大에 利用하여 왔다.

이들 主要 形質에 대한 雜種強勢의 研究에는 金(1960), 小林(1964·1966), 高埵(1967), 谷口·眞野(1982) 등의 報告가 있고 原田(1961), 原田 등(1966), 渡邊(1959)가 幼蟲體重에서, 平田 등(1981)은 化蛹比率 蛹體重 單繭重 繭層比率 등에서 雜種效果를 평가하였다. 白(1969)은 F_1 이 양친의 평균치에 비하여 전력

경과가 짧아지고 單繭重 化蛹比率 4령기잠재중 收繭量 繭層重이 增加된다고 하였다. 平林(1982a·1982b)는 雜種強勢가 고치의 形質에서는 交配組合에 따라 차이가 크고 일반적으로 日×中交雜의 경우가 높아 日 1化性을 母親으로, 中 1·2化性을 父親으로 交配한 組合이 높은 強勢率을 나타내며, 실의 形質에서는 生絲量 繭絲長 繭絲量은 中國種 1化性이 關與하는 組合이 높게 나타난다고 하였다. 孫 등(1987)은 Heterosis效果는 生絲量과 收繭量에서 가장 높았고 單繭重 繭絲量 幼蟲經過日數 化蛹比率 繭層重 繭絲長 生絲量比率 등도 雜種強勢效果가 있다고 報告하였다. 齊尾 등(1967)은 日·中系間의 正逆交雜에 의한 F_1, F_2 世代에서 單繭重 繭層重은 F_2 보다 F_1 世代가 높은 반면 大井·山下(1977)는 日·中交配組의 育成初期世代에서 實用形質이 대부분 F_1 世代보다 F_2 世代가 높게 表現된다고 하였다. 또 繭

繭層減率에 관한 雜種效果에 대해서는 浦生(1970), 平林(1979), 小池 등(1965), 眞野(1961) 등의 報告가 있다.

한편, Parodi 등(1970)은 小麥의 交配試驗에서 Heterosis 및 Heterobeltiosis를, Fan and Aycocock(1974)는 煙草에서 Heterosis 및 Inbreeding depression 현상을 報告하였다.

본 시험은 누에 7개 품종을 이면교잡하여 얻은 F_1, F_2 世代를 材料로 主要形質에 대한 雜種強勢와 弱勢現象을 究明하기 위하여 수행하였다.

材料 및 方法

交配親으로는 收量の 구성요소가 다른 기존 遺傳子의 特性을 고려하여 현 장려 잠품종의 多絲量 日本種系統 蠶 107, 蠶 113, 中國種系統 蠶 108, 蠶 114와 本大學에 保存中인 少絲量 日本種系統 復東亞, 中國種系統 中 14, 綠東亞의 7개 品種을 供試하였다. 이들 잠품종을 1985년 春蠶期에 交配親으로 사육하여 二面交雜에 의해 42개 組合의 F_1 蠶種을 얻어 越年種과 不越年種으로 採種하여 두었다가 當年 秋蠶期에 F_2 蠶種을 얻었다. 1986년 春蠶期에 F_1, F_2 世代別로 각각 21개 組合씩 正逆間의 交配 I集團과 II集團으로 구분 사육하였다.

飼育은 桑葉育으로서 1~3령 방견지육, 4~5령 보통육으로 각각 1일 4회 급상하였다. 시험구는 4령 향식 후 2일째에 3반복으로 배치하였다. 繭質調査는 상족 8일째에 수견하여 單繭重 繭層重 繭層比率를 구하였고 繭層練減率의 測定은 繭層 10粒씩을 3반복으로 Gauze 袋에 넣어 Natrium 10% o.w.f.의 50배 精練液으로 40分間 煮沸 2回精練後 水洗 乾燥시켜 練減率을 算出하였다. 絲質調査는 견질조사후 남은 고치 100顆內外로서 多條絲織機의 製絲에 의하여 실시하였다.

測定值의 統計分析은 각 형질에 대한 調査測定值의 平均値로서 雜種強勢, 親에 대한 雜種強勢, 그리고 雜種後代의 弱勢를 다음 식으로 計算, t 檢定하였다.

$$\text{Heterosis}(\%) = 100(\bar{F}_n - \bar{MP}) / \bar{MP}$$

$$\text{Heterobeltiosis}(\%) = 100(\bar{F}_n - \bar{HP}) / \bar{HP}$$

$$\text{Inbreeding depression}(\%) = 100(\bar{F}_1 - \bar{F}_2) / \bar{F}_1$$

結果 및 考察

각 形質에 대한 正逆間의 交配集團에 따라 交配親 및 F_1, F_2 世代의 平均値와 이들의 범위는 表 1과 같다.

F_1, F_2 世代의 親의 平均値 및 正逆間의 集團別 平均値는 각각 서로 큰 차이는 보이지 않았다. 5齡經過時數 繭層練減率은 F_1 世代交配親의 平均値(\bar{PF}_1)가 F_2 世代交配親의 平均値(\bar{PF}_2)보다 높았다.

Table 1. Mean values, range and differences in each in the parent, F_1 and F_2 generations from seven diallel crosses of silkworms

Characters Statistics	A*	B**	FI	CW	LW	LR	BR	RS	BL	BW	BS	1M	4M	
			(hr)	(gr)	(cg)	(%)	(%)	(%)	(m)	(cg)	(d)	(mg)	(mg)	
Parent mean	\bar{PF}_1		181	1.57	31.66	19.66	26.89	16.18	1,005	23.98	2.50	5.70	863	
	\bar{PF}_2		173	1.77	36.40	20.91	24.70	16.31	1,044	28.44	2.55	—	—	
Hybrid mean	F_1	I	171	1.91	39.16	20.56	25.35	17.78	1,118	33.02	2.76	6.34	920	
		II	161	1.84	37.31	20.31	25.26	16.85	1,076	30.55	2.71	6.24	929	
	F_2	I	172	1.98	39.18	19.97	24.27	17.07	1,110	33.64	2.80	—	—	
		II	169	1.97	39.11	19.88	24.11	16.71	1,084	32.87	2.78	—	—	
Parent range	PF_1		155	1.18	16.79	14.29	24.94	9.62	536	11.00	2.09	5.27	614	
			215	1.95	46.58	28.39	29.39	22.74	1,354	37.12	2.69	6.36	1,031	
	PF_2		157	1.21	16.78	13.84	23.43	9.75	577	14.93	2.42	—	—	
			186	1.97	46.11	26.35	27.69	20.62	1,331	39.48	2.77	—	—	
Hybrid range	F_1	I		147	1.61	24.33	15.05	23.65	12.81	677	20.72	2.19	5.15	577
				204	2.22	51.77	24.88	27.63	22.42	1,584	45.98	3.62	7.56	1,119
		II		149	1.61	27.04	15.75	23.25	11.16	767	22.33	2.40	4.46	744
				190	2.07	48.43	24.52	28.68	21.41	1,416	40.23	3.18	7.38	1,088
	F_2	I		161	1.75	25.99	14.75	22.55	12.01	698	21.05	2.64	—	—
				189	2.20	49.42	24.86	25.55	21.79	1,454	42.80	3.11	—	—

	II	160 ~ 189	1.78 ~ 2.18	27.13 ~ 51.06	15.17 ~ 23.62	22.23 ~ 26.61	13.69 ~ 19.91	780 ~ 1,409	23.70 ~ 43.51	2.55 ~ 2.95	—	—
$\bar{F}_1 - \overline{MP}$	I	-10.00	0.34	7.51	0.90	-1.54	1.60	113.0	9.04	0.26	0.64	57.00
	II	-12.00	0.27	5.66	0.65	-1.63	0.67	71.0	6.57	0.21	0.57	66.00
$\bar{F}_2 - \overline{MP}$	I	-1.00	0.21	2.78	1.06	-0.43	0.76	66.0	5.20	0.25	—	—
	II	-4.00	0.20	2.71	-1.03	-0.59	0.40	40.0	4.43	0.23	—	—
$\bar{F}_1 - \overline{HP}$	I	-14.00	0.28	5.03	-0.95	-1.86	0.51	35.0	6.88	0.19	0.57	16.00
	II	-16.00	0.21	3.18	-1.20	-1.95	-0.41	-7.0	4.41	0.14	0.47	25.00
$\bar{F}_2 - \overline{HP}$	I	-4.00	0.11	-0.49	-2.12	-0.65	-0.34	-11.0	2.95	0.23	—	—
	II	-7.00	0.10	-0.56	-2.21	-0.81	-0.70	-37.0	2.18	0.21	—	—
$\bar{F}_1 - \bar{F}_2$	I	-1.00	-0.07	-0.02	0.59	1.08	0.71	8.0	-0.62	-0.04	—	—
	II	-8.00	-0.13	-1.80	0.43	1.15	0.14	-8.0	-2.32	-0.07	—	—

1. Characters shown are as follows: FI, Fifth instar period; CW, Cocoon weight; LW, Cocoon layer weight; LR, Cocoon layer ratio; BR, Boiling off ratio; RS, Raw silk percent; BL, Bave length; BW, Bave weight; BS, Bave size; 1M, The weight of 1st molting larva; 4M, The weight of 4th molting larva.
2. \overline{PF}_1 and \overline{PF}_2 are means in the parents of F_1 and F_2 generation.
3. Cross population II is the reciprocal of cross population I.
4. \overline{MP} , \overline{HP} and \bar{F}_n are calculated from mean values of mid, higher parents and F_n hybrids, respectively. A*, Generations; B*#, Cross populations.

雜種世代的 平均值에서, F_1 世代的 平均值는 單繭重 繭層重 繭層比率 繭層練減率 生絲量比率 繭絲長 繭絲量 繭絲織度 1齡眠蠶體重이 正交雜의 I集團에서, 5齡 經過 4齡眠蠶體重은 逆交雜의 II集團에서 높았다. F_2 世代的 平均值는 모든 形質이 交配 II集團보다 交配 I集團에서 다소 높았다. 5齡經過와 繭層練減率은 PF_1 과 \overline{PF}_2 親의 平均值보다 F_1, F_2 雜種世代的 平均值가 각각 낮았다. 繭層比率는 \overline{PF}_2 親의 平均值가 F_2 의 平均值보다 높았다. 대체로 交配親의 平均值에 비하여 雜種世대가 높은 값을 나타낸 形質은 單繭重 繭層重 繭絲長 繭絲量이고 比率로 표시되는 形質은 비교적 낮았다. 큰 親에 대한 雜種世代的 平均值는 形質에 따라 큰 차이를 보였다. 5齡經過 繭層比率 繭層練減率은 F_1, F_2 世代的 正逆交配間에서 모두 負인데 비하여 單繭重 과 繭絲量은 正의 차이를 보임으로써 고치의 生産面과 絹絲의 生産面으로 보아 單繭重과 繭絲量은 繭形質과 絲形質中 주요 收量이므로 이들의 雜種強勢가 正으로 높은 경향은 중요한 의미를 갖는다. F_1 世대를 兄妹交配하였을 때 比率로 표시되는 形質 즉, 繭層比率 繭層練減率 生絲量比率는 負의 경향이였다.

交配親과 雜種世代的 平均值로서 中間親에 대한 雜種強勢率, 큰 親에 대한 Heterobeltiosis(%) 및 自殖弱勢率의 정도를 正逆交配集團別로 算出한 結果는 表 2와 같다.

中間親에 대한 雜種強勢는 單繭重 繭層重 繭絲長 繭絲量 繭絲織도가 F_1, F_2 世代的 正逆間 交配 I·II集團

에서 모두 正으로 有意하였고, 1,4령 眠蠶체중은 F_1 世代的 正逆交配間에서 有意하였다. 5齡經過와 繭層練減率은 모두 負의 強勢이고 5齡經過는 F_1 世代的 正逆交配 I·II集團에서, 繭層練減率은 F_1, F_2 世代的 正逆交配 I·II集團에서 負로 有意하였다. 形質 중 가장 높은 雜種強勢는 最終 目標인 繭絲量이 F_1, F_2 世代的 正逆交配 I·II集團에서 15.57~37.69%이고 다음이 單繭重과 繭層重에서 각각 11.29~21.65%, 7.44~23.73%를 나타내었는데 이들 收量의 形質은 F_1 世대가 F_2 世代보다, 正交雜 I集團이 逆交雜 II集團보다 높은 強勢를 보였다. 큰 親에 대한 Heterobeltiosis는 F_1 世代的 單繭重이 交配 I·II集團에서, 繭絲量이 交配 I集團에서, F_2 世代的 繭絲織도가 I·II集團에서 각각 正으로 有意하였고, 5齡經過 繭層比率 繭層練減率은 F_1, F_2 世代的 各 交配 I·II集團에서 負의 有意성이 인정되었다. Heterobeltiosis는 雜種世대가 그들의 큰 交配親에 의하여 큰 親을 증가할 수 있는 능력을 나타낼 수 있는 것으로서 中間親에 대한 Heterosis보다 더 큰 가치가 있다고 볼 수 있다. F_2 世代에서 雜種強勢가 감소되는 정도를 알고자 산출한 Inbreeding depression 현상은 繭層比率와 繭層練減率의 形質에서 有意성이 인정되었다. 본 시험에서 누에는 F_1 世代的 兄妹交配에 의하여 量의 形質이 크게 減少되지 않은 것으로 생각된다.

한편 收量의 形質인 單繭重은 F_1 世代的 正逆交配 I·II集團에서 17.17, 12.88%의 Heterobeltiosis를 보

Table 2. Pectent heterosis, heterobeltiosis and inbreeding depression for 11 characters in the F_1 and F_2 generations

Statistics	Characters												
	A*	B**	FI	CW	LW	LR	BR	RS	BL	BW	BS	1M	4M
Heterosis ^{a)}	F_1	I	-5.52**	21.65**	23.73**	4.57	-5.72**	9.88**	13.23**	37.69**	10.40**	11.22**	6.60**
		II	-6.62**	17.19**	17.88**	3.30	-6.06*	4.14	7.06*	27.39**	8.40**	10.00**	7.64**
	F_2	I	-0.57	11.86**	7.63**	-4.49	-1.74*	4.65	6.32*	18.28**	9.80**	—	—
		II	-2.31	11.29**	7.44**	-4.92	-2.38**	2.45	3.83**	15.57**	9.01**	—	—
Heterobeltiosis ^{b)}	F_1	I	-7.56**	17.17**	14.73**	-4.41**	-6.83**	2.95**	3.23**	26.31**	7.39**	9.87**	1.76**
		II	-8.64**	12.88**	9.31**	-5.57**	-7.16**	-2.43**	-0.64**	5.39**	5.44**	8.14**	2.76**
	F_2	I	-2.27**	5.88**	-1.23**	-9.59**	-2.60**	-1.95**	-0.71**	9.61**	8.94**	—	—
		II	-3.97**	5.34**	-1.41**	-10.00**	-3.25**	-4.02**	-3.30**	7.10**	8.17**	—	—
Inbreeding depression ^{c)}		I	-0.58	-3.66*	-0.05	2.86**	4.26**	3.99**	0.71	-1.87*	-1.44	—	—
		II	0.00	-7.06**	-4.82**	2.11*	4.55**	0.83	-0.74*	-7.59**	-2.58	—	—

1. Characters shown are as follows: FI, Fifth instar period; CW, Cocoon weight; LW, Cocoon layer weight; LR, Cocoon layer ratio; BR, Boiling off ratio; RS, Raw silk percent; BL, Bave length; BW, Bave weight; BS, Bave size; 1M, The weight of 1st molting larva; 4M, The weight of 4th molting larva.

2. Exceeds the 5%(*) and 1%(**) probability levels, respectively.

3. Cross population II is reciprocal of cross population I.

4. a) $100(\bar{F}_n - \bar{M}P)/\bar{M}P$; b) $100(\bar{F}_n - \bar{H}P)/\bar{H}P$; c) $100(\bar{F}_1 - \bar{F}_2)/\bar{F}_1$.

A*, Generations; B**, Cross populations.

인 것은 매우 중요하게 평가된다. 또한 5齡經過와 繭層練減率은 F_1, F_2 世代의 I·II集團에서 Heterobeltiosis가 負로 有意한 경향을 보였는데 이는 材料選의 선택에 따라 다소 차이는 있겠으나 5령 경과가 짧고 견층연감율을 낮추면서 單繭重의 增量的 效果를 얻을 수 있는 선발방법이 모색되어야 할 것으로 생각된다. 누에의 量的形質은 polygene에 의하여 支配되므로 環境에 의한 變異가 크게 나타나지만 改良되지 않은 既存在來種 또는 基礎 保存種 中の 特異 優良 遺傳子를 어떤 한 品種에 導入 集續시키므로서 形質의 改良이 可能할 것으로 생각된다. 그러나 選拔繼代에서 優良 遺傳子를 Homo型으로 固定이 어려운 形質은 그 形質이 낮아지지 않도록 도태에 의한 선발이 필요하지만 不完全優性을 나타내는 5齡經過 生絲量比率, 繭絲長, 繭絲纖度 등의 形質은 選拔繼代에 의하여 固定이 쉬운 形質로 판단(蒲生·平林, 1983)된다고 하였다. 또 大井(1977)는 短經過日數나 繭絲長이 긴 品種의 育成 中에서 이들 形質은 選拔을 중지하여도 形質이 크게 낮아지지 않고 마치 單一의 主動遺傳子에 의하여 지배되는 것 같은 행동을 나타낸다는 보고도 있으나 본 시험에서 5齡經過가 負의 強弱를 보인 것은 諸星(1976)가 누에 發

育速度는 2化性品種이 가지는 第1連關群의 伴性早熟 遺傳子(L_m)에 의하여 지배되고 F_1 世代는 L_m 遺傳子가 Hetero型으로 發現된다는 報告에 起因된 結果라고 判斷된다. 한편, 孫 등(1987)이 Heterosis 效果는 生絲量, 收繭量, 單繭重, 繭絲長, 生絲量比率 등의 順이라고한 바와 본 시험의 결과는 비슷한 경향이었고 또 大井·山下(1977)의 보고에서 繭形質이 F_1 世代보다 F_2 가 높은 반면 齊尾(1967)는 F_2 世代보다 F_1 이 높다는 成績의 報告 등은 飼育環境의 차이에 의한 효과로 보여진다.

摘要

7개 누에 品種으로 二面交雜하여 42개 組合의 F_1, F_2 世代에 대한 量的形質의 雜種強勢와 弱勢 現象을 檢定한 結果는 다음과 같다.

雜種強勢가 대체로 높은 形質은 繭絲量이 F_1, F_2 世代의 I·II集團에서 15.57~38.69%, 單繭重과 繭層重은 F_1, F_2 世代의 I·II集團에서 각각 11.29~21.65%, 7.44~23.73%로 正의 有意인데 반하여 5齡經過와 練減率은 F_1, F_2 世代의 I·II集團에서 각각 -0.57~

-6.62%, -1.74~-6.06%의 負로 有意하였다. 單重, 繭層重, 繭絲長, 繭絲量 등의 收量的 形質은 F_1 世代가 F_2 世代보다 또 交配 I集團이 交配 II集團보다 높은 強勢를 보였다. 큰 親에 대한 Heterobeltiosis는 單重이 F_1 世代的 I·II集團에서, 繭絲量이 F_1 世代的 I集團에서 각각 正으로 有意하였고, 5齡經過, 繭層比率, 練減率은 F_1, F_2 世代的 I·II集團에서 각각 負로 有意하였다. Inbreeding depression 現象은 繭層比率와 練減率이 交配 I·II集團에서 有意하였다.

引用文獻

- 白健濟(1969) 現獎勵 蠶品種을 中心으로 한 雜種效果에 對하여. 韓蠶誌 10:67~72.
- Fan, C.J., and M.K. Aycock, Jr. (1974) Diallel crosses among *Maryland cultivars* of tobacco.
- 蒲生卓磨・一場靜夫・山本俊雄(1970) 比色分析法による蠶の繭層練減率의 選抜試驗. 日育雜 20(6):331-336.
- 蒲生卓磨・平林 隆(1983) 蠶의 發育速度, 化蛹步合及び繭形質의 二面交雜による 遺傳分析. 日育雜 33(2):178-190.
- 原田忠次(1961) 家蠶의 計量形質に現われた 雜種強勢. 蠶絲試驗場報告 17(1):1-52.
- 原田忠次・木村敬助・榎島守利(1966) 全繭重, 繭層重의 雌雄의 헤テロ시스差異について. 日蠶雜 35(3):225.
- 平林 隆(1979) 다이알렐크로스による繭層練減率의 雜種強勢의 分析. 蠶絲研究 112:244-251.
- 平林 隆(1982a) 化性의 異なる蠶의 原種間での二面交雜による交雜能力의 推定. (I) 飼育成績にもとづく推定. 蠶絲試驗場彙報 115:15-28.
- 平林 隆(1982b) 化性의 異なる蠶의 原種間での二面交雜による交雜能力의 推定. (II) 繭絲成積にもとづく推定. 蠶絲試驗場彙報 116:29-44.
- 平田保夫・木下傳一・蒲生卓磨(1981) 化性의 異なる蠶의 原種間での二面交雜試驗. 蠶絲研究 119:67-73.
- 金洛禎(1960) 家蠶에 있어서 雜種強勢에 對한 考察. 韓蠶誌 1:5-8.
- 小林悅雄(1964) 交雜育種におけるヘテロ--시스選抜效果について. 日蠶雜 33(3):261.
- 小林悅雄(1966) ヘテロ--시스減退後における選抜效果. 日蠶雜 35(3):225.
- 小池利男・森田芳昭・寺山邦雄・木多克敬(1965) 繭層練減に關する研究. 第III報 原種と一代雜種の關係. 埼玉蠶試研究要報 37:90-93.
- 孫基旭・柳江善・洪起源・金啓明・朴年圭(1987) 絹生産力이 다른 系統間의 Diallel cross에 의한 누에量의 形質의 遺傳分析. 韓蠶學誌 29(2):7-14.
- 眞野保久(1961) 繭層練減率による系統選抜. 日蠶雜30(3):254-255.
- 諸星靜次郎(1976) 蠶の發育生理. 東京大學 出版會(東京):36-39.
- 大井秀夫・山下昭弘(1977) 日137號および支137號育成. 蠶絲試驗場報告 27(1):97-139.
- Parodi, P.C., F.L. Patterson, and W.E. Nyquist (1970) A six-parent diallel cross analysis of coleoptile elongation in wheat, *Triticum aestivum* L. Crop Sci. 10(5):587-590.
- 齊尾乾二郎・堀江正樹・畑村又好・伊藤綾子(1967) 水稻, 大豆および蠶における遺傳力의 推定値. 第IV報 蠶について. 日育雜17(3):221-231.
- 嶋崎 旭・江口良橋・榎島守利・一場もとえ (1982) 保存蠶品種の繭絲質について. (1) 日本種, 中國種の在來種と改良種. 日蠶33回 關東學術講演要旨:41.
- 高埜恒雄(1967) 家蠶におけるヘテロシスの育種的利用. 育種學最近の進歩の:9:45-55.
- 谷口正樹・眞野保久(1982) 最近の育成品種における繭絲長の雜種強勢について. 日蠶學講要 52:84.
- 外山龜太郎(1906) 蠶種論. 丸山舎:586-934.
- 渡部 仁(1959) 家蠶の正反交雜における體重差と體重のヘテロ--시스について. 日蠶雜 28(6):352-357.