韓蠶誌 26(1), 35~51 (1984)
Korean J. Seric. Sci.

家蠶蛹에 있어서 體液蛋白質의 品種間 差異에 대하여

李 相 夢·朴 光 義*·文 在 裕*
農村振興廳 蠶業試驗場
* 서울大學校 農科大學

Studies on the Varietal Differences of the Electrophoretic Protein Patterns in the Pupal Haemolymph of the Silkworm, *Bombyx mori*

Sang Mong Lee, Kwang E. Park* and Jae Yu Moon*
Sericultural Experment station, Office of Rural Development
* College of Agriculture, Seoul National University

SUMMARY

In order to know the similarity of the electrophoretic protein patterns, distributional aspects of the frequency in each protein band, differences of protein patterns between female and male, and the number of the total protein bands of each variety in the haemolymph of the silkworm pupae according to their geographical origin, the silkworm varieties, and both the sexes, variable electrophoretic protein patterns were observed by polyacrylamide gel electrophoresis, using the silkworm strains which have been reared in the sericultural experiment station.

1. The total number of electrophoretic protein bands classified were twenty-eight, and nearly fourteen bands were shown by each variety on an average.
2. According to their geographical origin, the mean values of the similarity were 20.0%, 28.3% and 14.3% in Japanese, Chinese and European respectively, and the highest similarity was observed between Chinese varieties.
3. The similarity of 129 varieties were tested and it was 22.5%, 23.5% in female and male respectively.
4. The electrophoretic protein patterns in 129 varieties were tested and variation was found in 109 patterns in female and 112 in male.
5. The frequency of the each specified protein band in female and male having variation in protein bands in each variety was found averagely 6.6%.
6. The distribution frequency of the classified 28 protein bands in both the sexes within each geographical origin was variable from 0% to 100%.
7. Among the classified 28 protein bands, HP 11 protein band was found common in all the varieties tested.
8. HP 3 and HP 4 protein bands in female showed high density in electropherograms than in male.

1. 緖 論

누에의 品種은 그 地理的 原產地에 따라서 日本種, 中國種, 유럽종, 熱帶種등으로 分類하고 있으며, 이러한 分類를 뒷바침하고, 또, 새로운 分類手段을 探索하기 위하여 그동안 다음과 같은 많은 硏究가 이루어 졌다. 즉, 品種間의 幼蟲의 氣管分布, 繭色遺傳子, 消

化液 및 血液의 amylase의 變異, 產卵性, 殺蟲劑 抵抗性등을 品種分類의 하나의 手段으로 많은 硏究가 되어져왔다.

또한 硏究方法의 發達로 因하여 電氣泳動的인 方法을 導入한 硏究가 最近에 이르러 매우 많이 行하여지고 있고, 누에에 있어서는 이러한 方法을 利用하여, 酵素蛋白質과 非酵素蛋白質에 對해서 硏究가 進展되어져 있는데, 前者에 對해서 比較的 硏究가 많이 되어져 있고 後者에 對해서도 적지않은 硏究가 행하여 졌다.

酵素蛋白質에 對한 것을 보면, Yoshitake등이 酸性 phosphatase의 品種間 變異(1965), 누에의 中腸 esterase 型의 品種間 差異(1963), 絹絲線의 原產地別, 品種別 esterase의 分布 調査(1965), 누에 血液에 있어 esterase 型의 品種間 差異(1965)를 硏究하여 酵素蛋白質의 質的인 差異에 따라 品種間에 상당한 變異가 있음을 보고하였다.

또한, Ito등(1967)이 血液의 amylase와 中腸의 amylase의 性狀을 調査한 결과, 그 活性이 강한 것은 比較的 實用形質面에서 有利하다고 했으며, Yoshitake(1968)는 日本產 桑蠶에 대해 30개 地域에서 收集하여 esterase 및 phosphatase의 地域的 差異를 調査한 결과, phosphatase는 地域에 따라 變異가 심하나, esterase는 比較的 變異가 적다고 했다. Eguchi등(1965)은 esterase의 遺傳硏究에서 esterase는 共優性(codominant)이며, 地域的 原產地에 따라 變異가 있다고 했고, Narang등(1976)은 집파리의 esterase의 多樣性등을 硏究하여 系統에 따른 變異를 報告하였는데, 이러한 硏究는 集團間의 關係를 究明하는데 적합하고, 集團動態(population dynamics)를 硏究하는데도 유용하다고 했다.

江口등(1970)은 누에 번데기 中腸 protease에 대해, 江口등(1964)은 發育에 따른 esterase型의 變化를 硏究하였고, Ashton은 척추동물인 소에서 交離에 따른 amylase의 多樣性을 各各 硏究하여 많은 遺傳的, 生理的 情報를 硏究者들에게 提供하였다.

한편, 非酵素蛋白質에 對한 硏究를 보면 Aizawa(1955)는 濾紙電氣泳動法을 利用, 누에의 蛋白質을 分離하였고, Inagami등(1951)은 家蠶體液의 蛋白質의 個體差異를 硏究, 별다른 差異가 없다고 하였고, Eguchi등(1966)은 變態에 따른 組織蛋白質을 硏究, 血液등 組織에 따라, 變態期의 蛋白質 패턴을 硏究하였다. Irie등(1983)은 家蠶의 알에만 存在하는 egg-specific protein을 硏究하여, 그 蛋白質은 glycolipoprotein 임을 同定, 分子量이 125,000에 이른다고 하였다. 또 家蠶의 重要 蛋白質의 하나인 vitellogenin에 대해서도, Isumi등(1980)이 vitellin의 特性을 조사, 침강정수가 13.5S이며, 分子量은 440,000이라고 밝혔고, Irie등(1980)은 胚子發育時期와 幼蟲初期에 대해 vitellin을 硏究하여, 이 蛋白質은 胚子發生分化에는 利用되지 않고, 幼蟲分化에만 이것이 利用됨을 보고하였다. Gamo(1968)는 누에의 血液 albumin에 對해 遺傳現象을 硏究하여 共優性(codominant)이며, nb 遺傳子와 연관되어 있음을 밝혔다. 또한 Nakasone(1965)는 變態中의 蛋白質 變動象을 硏究하였고, 특히 品種內의 個體間의 差異에 依한 系統遺傳學的인 硏究(phylogenetic study)는 Gamo(1980)가 脂質蛋白質을 電氣泳動的 方法으로, 地理的 혹은 化性, 系統에 따라, 蛋白質의 多樣性을 硏究한 것이 매우 두드러진다.

이외에도 品種間의 變異硏究의 한 접근방법으로 Inoguchi등(1973)은 아미노산의 品種間, 그리고, 암·수에 따른 硏究를 하여, 品種이나, 地理的 原產地에 따라, 變異가 매우 심하다고 보고했고, Yoshitake(1959)는 品種間의 差異를 면역학적으로 硏究하여 日·中國種과, 日·유럽종은 각각 공통항원을 가지고 있다고 하였다.

또, 品種的인 差異나, 變異를 硏究했다는 側面에서 보면, Wilcox(1972)는 쥐의 간(肝) 組織蛋白質의 遺傳變異를 硏究하여, 系統間 差異가 있고, 遺傳現象은 codominant임을 밝혔고, McDaniel(1970)은 보리에 있어 종자의 단백질 변이를 연구한 바 있다.

한편, 개체의 암·수에 따른 差異도 Kobara(1967)가 硏究하여 차이가 있는 쪽으로 結論지었다.

이상에서 기술한 바와같이, 누에에 있어 酵素蛋白質에 대해서는 個體間 혹은 品種間, 그리고 集團間의 硏究가 많이 이루어 졌으나, 非酵素蛋白質에 있어서 品種間 差異를 硏究한 것은 Gamo(1980)가 행한것에 불과하여 아직 不明한 점이 많다.

그러므로, 本 硏究에 있어서는 우리나라에서 保存되어지고 있는 129蠶品種의 알, 幼蟲, 번데기를 사용해서 體液蛋白質의 電氣泳動的인 pattern을 調査하여 그 품종의 특성을 부여하고, 그 독특한 단백질 패턴에 따라, 품종간의 類似性을 알며, 또, 이러한 蛋白質(主로 電氣泳動的 方法으로 移動度와 吸光密度의 差異)이 調査集團에 어느 程度의 頻度로서 存在하며, 전체적인 蛋白質의 種類가 品種에 따라 어느정도 分布하고 있는지 등에 대해서 硏究를 행하였는데, 우선 번데기 體液 단백질에 대해서 몇가지 知見을 얻었기에 여기에 보고하는 바이다.

아울러, 本硏究를 수행하는데 있어 硏究材料로 蠶品種을 분양해 주신 蠶業試驗場 權寧河 場長님과, 李相豊 硏究官께 심심한 감사를 드리며, 시종일관 물심양

면으로 도와주신 육잠과 직원 여러분께도 충심으로 감사를 드리는 바입니다.

2. 材料 및 方法

가. 實驗昆蟲

누에 번데기의 體液蛋白質 電氣泳動에 使用한 누에 品種은 蠶業試驗場에서 保存中인 129品種을 使用하였다.

나. 누에 번데기의 體液採取

1984年 春期에 飼育한 것에 대하여 上簇後 9日째 品種別 암·수 各各 3~5頭의 번데기를 골라 5°C 以下의 冷藏庫에 保管한 後 電氣泳動을 할 때마다, 꺼내어 microsyringe를 利用, 암·수 각각 10μl씩 體液을 採取하여, 미리 번데기 體液의 酸化防止를 위해 小量의 phenylthiourea가 들어있는 試驗管에 採血했다. 이 採取된 體液을 電氣泳動 sample로 사용하였다.

다. 電氣泳動

누에번데기 體液의 電氣泳動에 있어서 polyacrylamide slab gel 電氣泳動法을 使用하였으며, 그 組成表는 表 1과 같다.

사용한 slab gel의 농도는 7.5%이고 겔의 두께는 2mm이다. 泳動은 40mA에서 2時間하였고 蛋白質 染色은 0.05%의 Coomasie brilliant Blue R-250액으로 하였으며, 脫色은 7% 초산액으로 한 후 사진촬영하였다.

라. 누에번데기 體液의 蛋白質 Band의 분류

電氣泳動에 의하여 분리된 蛋白質을 移動度에 따라서 28個의 蛋白質 밴드(HP1~HP28; HP→Haemolymph proteins of the silkworm pupae)로 분류하여 "HP"로 28번까지 각각의 단백질을 명명하였다.

3. 實驗結果

가. 蠶品種間의 암, 수 번데기에 있어서 蛋白質 電氣泳動的인 패턴

Fig. 1, Fig. 2에서 보는 바와같이 누에번데기에 있어

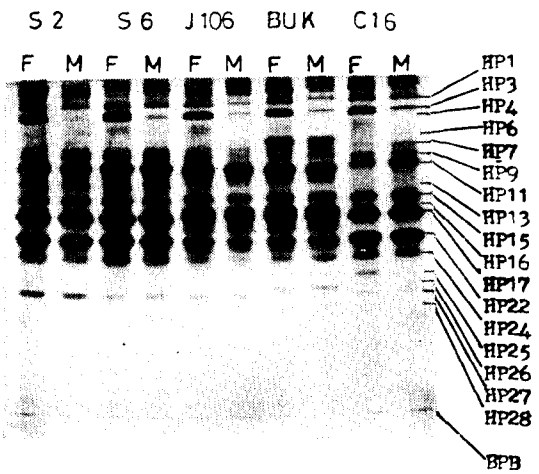

Fig. 1. Various electrophoretic protein pattens of the pupal haemolymph in each vairety.
F: Female pupa, M: male pupa
J106: Jam 106 Buk: Bukak

Table 1. Stock Solution, buffer solution, and staining solution for slab polyacrylamide gel electrophoresis used in the study.

Stock solution for slab gel

A-Solution		B-Solution		C-Solution	
1N HCl	48ml	1N HCl	48ml	Acrylamide	29.2g
Tris*	36.6g	Tris	5.98g	Bis-acrylamide	0.8g
TEMED**	0.23ml	TEMED	0.46lm	D.W	/100ml
D.W	/100ml(PH8.9)	D.W	/100ml(PH6.7)		
D-Solution		**E-Solution**		**G-Solution**	
Acrylamide	10.9g	Riboflavin	4mg	Ammonium persulfate	0.14g
Bis-acrylamide	2.5g	D.W	/100ml	D.W.	/100ml
D.W	/100ml				

Running buffer(Used solution diluted 10 times)

F-Solution	
Tris	6.0g
glycine	28.8g
D.W	/1,000ml(PH8.3)

Staining Solution (Used solution diluted 20 times)
Coomasie brilliant blue R250 1g
7% ethylalcohol 100ml

* Tris; Tris (hydroxymethyl)-aminomethane
** TEMED N, N, N′, N′-Tetramethylethylendiamine

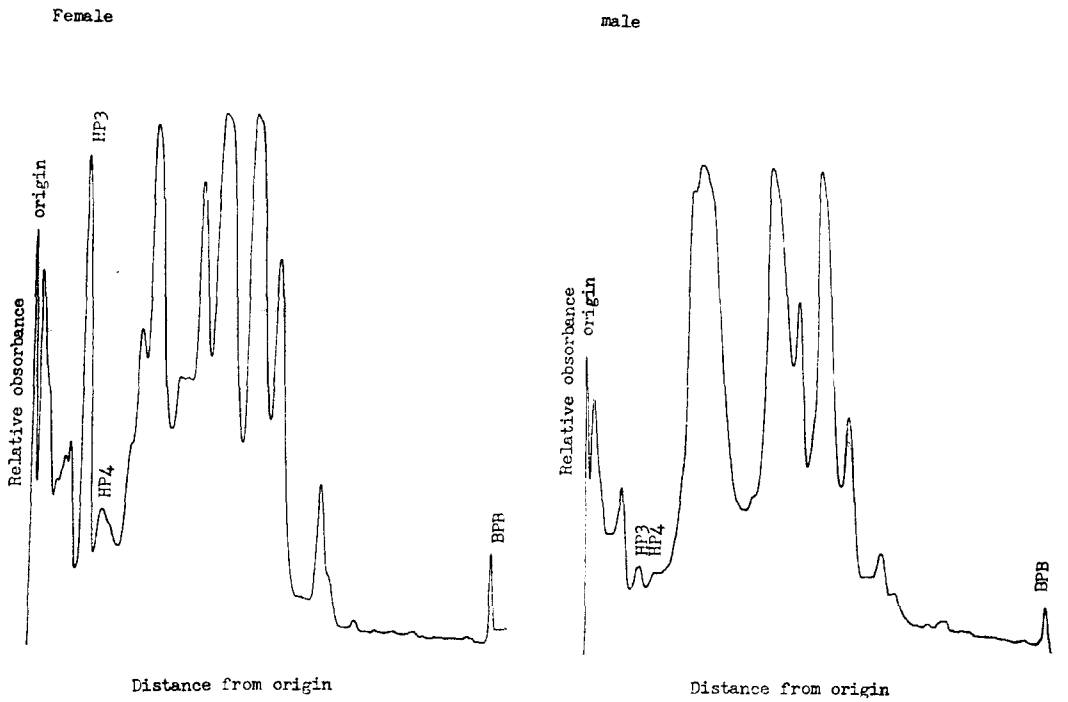

Fig. 2. Densitograms of electrophoresis of the portein in the pupal haemolymph.

암, 수별로 그 泳動象을 나타낸 것으로 品種에 따라서 그리고, 암, 수에 따라서도 蛋白質 電氣泳動象이 다르며, 특히, 모든 品種 共通으로 質的인 面에서 보다는 양적인 면에서 HP3와 HP4가 암·수 間에 두드러진 차이를 볼 수 있다. Fig. 1. 및 Fig 2에서와 같이 HP3, HP4 蛋白質은 암번데기에 있어서는 농도가 매우 높으나, 수번데기에 있어서는 거의 흔적에 지나지 않을 정도로 그 밴드가 희미하였다.

한편, 品種間, 암, 수별 體液 蛋白質의 電氣泳動的인 패턴에 대하여 (Table 7.),

암번데기에 있어서 유사한 蛋白質 패턴을 가진 것을 品種別로 보면, ① C79, N19, N26, C45, ② N44, W109, ③ Gumkang C78, ④ C66, C76, ⑤ C40, 34, N27, ⑥ O4C, C42H, Z0, C48, N46, C46, C46H ⑦ S6, Baghdad, ⑧ B-1, C44, Jam 106, C17, C3, ⑨ C14, Sinjoong 102, 등으로서 적어도 2品種에서 7品種에 이르기까지 類似性을 보이고 있으며, 암번데기에서 類似性을 가진 패턴수는 9패턴이며, 이에는 품종수로보아, 29品種이 포함된다. 즉 129품종의 암번데기중 109 단백질 패턴이 나왔으며, 이중 9패턴은 유사성이 있는 品種이 포함되어 있고, 100패턴은 品種固有의 단백질 패턴으로 볼 수 있다. 또한 수번데기에서 유사한 단백

Table 2. Similarity of the silkworm races among their origins in the haemolymph proteins of the pupae.

Items \ Origins	Japanese		Chinese		European		Korean		Tropical races		Total	
	F^a	M^b	F^a	M^b	F^a	M^b	F^a	M^b	F^a	M^b	F^a	M^b
Number of varieties tested (A)	50	50	62	62	14	14	1	1	2	2	129	129
Number of varieties having similar protein patterns (B)	7	13	20	15	2	2	0	0	0	0	29	30
Similarity (B/A×100)(%)	14.0	26.0	32.3	24.2	14.3	14.3	0	0	0	0	22.5	23.5
Total similarity											22.9	

F^a: Female pupa M^b: Male pupa

질 패턴을 가진 것을 品種別로 보면, ① N6, C27, ② N69, N29, ③ C44, N13, ④ C66, S14, ⑤ C40, C76, O4C, Suweon 10H0, N46, ⑥ C25, Jam 106, 34, ⑦ S4, HUS, ⑧ C14, C3 ⑨ N26, C45, ⑩ N44, W106, ⑪ N39, N75, ⑫ S7, Sinjoog 102, ⑬ BN HUI, RHS, 등으로서 적어도 2~5 品種에 이르기까지 品種間에 類似性을 보이고 있으며, 수번데기에서 類似性을 가진 패턴은 13단백질 패턴이며, 총 30품종이 포함되어 있다.

즉, 129 품종의 수번데기중 단백질 전기영동 패턴은 112 패턴이 나왔고, 이중 13패턴은 유사성이 있는 품종이 포함된 패턴이고 99패턴은 품종 고유의 단백질 패턴이라 볼 수 있다.

나. 地理的 原產地에 따른 電氣泳動的인 패턴의 유사성

표 2에서 보는 바와 같이 암번데기에 있어서 지리적 원산지별 유사성을 보면, 日本種이 14.0%, 中國種이 32.3%, 유럽종이 14.3%로, 중국종, 유럽종, 日本種 순으로 類似性이 낮아져 中國種이 가장 類似性이 높다 수번데기에 있어서는 일본종이 26.0%, 中國種 24.2%, 유럽종 14.3%로 일본종, 中國種, 유럽종 순으로 類似性이 낮아져, 日本種이 類似性이 가장 높다.

암·수간에는 유럽종(♂: 14.3%, ♀: 14.3%)을 제외한 日本種(♂: 14.0%, ♀: 26.0%), 中國種(♂: 32.3%, ♀: 24.2%)에서 암·수간에 差異가 있으며, 원산지별 암·수 평균치를 보면, 일본종 20.0%, 중국종 28.3%, 유럽종 14.3%로 중국종, 일본종, 유럽종 순으로 유사성이 낮아져 中國種이 類似性이 가장 높다

한편, 암수별 129조사집단 전체품종에 대해서는 유사성이 ♂: 22.5% ♀: 23.5%로 암수간에 유사성이 많이 좁혀져 서로 비슷한 정도를 보이고 있다.

다. 品種內의 암·수 번데기별 電氣泳動的인 패턴의 차이

각각의 品種內에서 암·수 번데기 패턴 차이는 電氣泳動 패턴의 移動度에 따라 단백질의 암·수차이를 각 밴드별로 그빈도를 표 3에 나타냈다. 각각의 단백질 밴드에 있어 암수간에 차이 있는 단백질 빈도는 밴드당 0.0%~25.5%에 이르고 있으며 평균적으로 약 7.8%에 이르는 품종이 암·수간에 차이있는 단백질 패턴을 가지고 있다.

여기서, HP3와 HP4단백질은 ♂·♀간에 농도에 있어 너무 뚜렷한 차이가 남으로, 이단백질을 제외한 다른 단백질(主로 移動度의 差異) 밴드의 빈도는 약 6.6% 정도이다.

라. 28단백질 밴드의 지리적 원산지에 따른 다양한 분포

(1) 암번데기(Table 4)

(가) 日本種

日本種의 調査된 50品種中에서 各 蛋白質 밴드의 分布頻度는 0%~100%에 이르며, HP1, HP11, HP24는 日本種의 全品種에 共通的으로 存在하여, 그 頻度가 100%에 이르고 있고, HP7, HP10은 일본종에서는 전혀 存在하지 않는 蛋白質 밴드였다.

각 밴드마다 존재 頻度는 매우 變異가 심하며, 80% 이상의 비교적 높은 빈도로 存在하는 蛋白質은 HP1외 9種의 蛋白質이었다.

Table 3. Distribution of the silkworm varieties showing different haemolymph protein patterns in both the sexes at the pupal stage.

Items \ Protein bands	HP1	HP2	HP3	HP4	HP5	HP6	HP7	HP8	HP9	HP10	HP11	HP12	HP13	HP14	Total (average)
Number of varieties tested	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	
Number of varieties showing different protein patterns between both the sexes.	1	21	10	33	8	9	4	1	5	3	0	3	16	4	
Percentage(%)	0.7	16.2	7.7	25.5	6.2	6.9	3.1	0.7	3.8	2.3	0	4.1	12.7	3.1	

Items \ Protein bands	HP15	HP16	HP17	HP18	HP19	HP20	HP21	HP22	HP23	HP24	HP25	HP26	HP27	HP28	
Number of varieties tested	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	
Number of varieties showing different protein patterns between both the sexes.	21	14	2	23	2	3	28	15	9	2	20	20	4	4	285(10)
Percentage(%)	16.2	10.8	1.5	17.8	1.5	2.3	21.7	11.6	6.9	1.5	15.5	15.5	3.1	3.1	(7.8)

Table 4. Various distribution of several proteins bands according to the origin of the silkworm varieties in Female.

Origin of the silkworm / Protein bands	Japanese			Chinese			European		
	Number of varieties tested	Number of varieties having	Frequency	Number of varieties tested	Number of varieties having	Frequency	Number of varieties tested	Number of varieties having	Frequency
HP 1	50	50	100.0	62	62	100.0	14	13	92.9
HP 2	50	14	28.0	62	7	11.3	14	0	0.0
HP 3	50	49	98.0	62	62	100.0	14	14	100.0
HP 4	50	49	98.0	62	61	98.4	14	14	100.0
HP 5	50	2	4.0	62	6	9.7	14	0	0.0
HP 6	50	11	22.2	62	12	19.4	14	5	35.7
HP 7	50	0	0.0	62	0	0.0	14	0	0.0
HP 8	50	46	92.0	62	59	95.2	14	14	100.0
HP 9	50	47	94.0	62	58	93.5	14	14	100.0
HP10	50	0	0.0	62	1	1.6	14	0	0.0
HP11	50	50	100.0	62	62	100.0	14	14	100.0
HP12	50	2	4.0	62	7	11.3	14	0	0.0
HP13	50	25	50.0	62	39	62.0	14	9	64.3
HP14	50	7	15.0	62	2	3.2	14	2	14.3
HP15	50	29	58.0	62	54	87.1	14	0	64.3
HP16	50	41	82.0	62	52	83.9	14	13	92.9
HP17	50	48	96.0	62	60	96.8	14	14	100.0
HP18	50	32	64.0	62	25	40.3	14	7	50.0
HP19	50	6	12.0	62	2	3.2	14	0	0.0
HP20	50	3	6.0	62	2	3.2	14	0	0.0
HP21	50	29	58.0	62	18	29.0	14	6	42.9
HP22	50	34	68.0	62	55	88.7	14	10	71.4
HP23	50	7	14.0	62	9	14.5	14	3	21.4
HP24	50	50	100.0	62	61	98.4	14	14	100.0
HP25	50	25	50.0	62	16	25.8	14	6	42.9
HP26	50	38	76.0	62	38	61.3	14	18	71.4
HP27	50	40	80.0	62	54	87.1	14	14	100.0
HP28	50	1	2.0	62	2	3.2	14	3	21.4

Origins of the silkworm / Protein bands	Korean			Tropical races			Total		
	Number of varieties tested	Number of varies having	Frequency	Number of varieties tested	Number of varieties having	Frequency	Number of varieties tested	Number of varieties having	Frequency
HP 1	1	1	100.0	2	2	100.0	129	128	99.2
PH 2	1	0	0.0	2	0	0.0	129	21	16.3
HP 3	1	1	100.0	2	2	100.0	129	128	99.2
HP 4	1	1	100.0	2	2	100.0	129	127	98.4
HP 5	1	0	0.0	2	0	0.0	129	8	6.2
HP 9	1	0	0.0	2	1	50.0	129	29	22.5
HP 7	1	0	0.0	2	0	0.0	129	121	93.8
HP 8	1	0	0.0	2	2	100.0	129	0	0.0
HP 9	1	0	0.0	2	0	0.0	129	121	93.8
HP10	1	0	0.0	2	0	0.0	129	1	0.8
HP11	1	1	100.0	2	2	100.0	129	129	100.0
HP12	1	0	0.0	2	0	0.0	129	9	7.0
HP13	1	0	0.0	2	2	100.0	129	75	58.1
HP14	1	0	0.0	2	1	50.0	129	12	9.3
HP15	1	1	100.0	2	0	0.0	129	93	72.1
HP16	1	0	0.0	2	2	100.0	129	108	83.7
HP17	1	1	100.0	2	2	100.0	129	125	96.9
HP18	1	1	100.0	2	0	0.0	129	65	50.4
HP19	1	0	0.0	2	0	0.0	129	8	6.2
HP20	1	0	0.0	2	0	0.0	129	5	3.9
HP21	1	1	100.0	2	0	0.0	129	54	41.9
HP22	1	1	100.0	2	1	50.0	129	102	79.1
HP23	1	0	0.0	2	1	50.0	129	20	15.5
HP24	1	1	100.0	2	0	0.0	129	128	99.2
HP25	1	1	100.0	2	0	100.0	129	48	37.2
HP26	1	0	0.0	2	0	0.0	129	86	66.7
HP27	1	1	100.0	2	1	50.0	129	110	85.3
HP28	1	0	0.0	2	1	50.0	129	8	6.2

Table 5. Various distribution of several protein bands according to the origin of the silkworm varieties in male.

Origin of the silkworm / Protein bands	Japanese			Chinese			European		
	Number of varieties tested	Number of varieties having	Frequency	Number of varieties tested	Number of varieties having	Frequency	Number of varieties tested	Number of varieties havivg	Frequency
HP 1	50	50	100.0	62	61	98.4	14	13	92.9
HP 2	50	1	2.0	62	1	1.6	14	0	0.0
HP 3	50	43	86.0	62	59	95.2	14	14	100.0
HP 4	50	33	66.0	62	47	75.8	14	13	92.9
HP 5	50	1	2.0	62	3	4.8	14	0	0.0
HP 6	50	9	18.0	62	10	16.1	14	6	42.9
HP 7	50	48	96.0	62	59	95.2	14	14	100.0
HP 8	50	0	0.0	62	1	1.6	14	0	0.0
PH 9	50	49	98.0	62	57	91.9	14	14	100.0
HP10	50	2	4.0	62	2	3.2	14	0	0.0
PH11	50	50	100.0	62	62	100.0	14	14	100.0
HP12	50	2	4.0	62	6	9.7	14	1	7.1
HP13	50	29	58.0	62	38	61.3	14	9	64.3
HP14	50	9	18.0	62	2	3.2	14	2	14.3
HP15	50	24	48.0	62	54	87.1	14	11	78.6
HP16	50	39	78.0	62	52	83.9	14	12	85.7
HP17	50	47	94.0	62	61	98.4	14	14	100.0
HP18	50	26	52.0	62	24	38.7	14	8	57.1
HP19	50	7	14.0	62	3	4.8	14	0	0.0
HP20	50	2	4.0	62	2	3.2	14	0	0.0
HP21	50	27	54.0	62	24	38.7	14	4	28.6
HP22	50	33	66.0	62	57	91.9	14	12	85.7
HP23	50	7	14.0	62	8	12.9	14	3	21.4
HP24	50	49	98.0	62	60	96.8	14	14	0.0
HP25	50	22	44.0	62	14	22.6	14	3	21.4
HP26	50	37	74.0	62	34	54.8	14	9	64.3
HP27	50	41	82.0	62	54	87.1	14	13	92.9
HP28	50	0	0.0	62	4	6.5	14	2	14.3

Origins of the silkworm / Protein bands	Korean			Tropical races			Total		
	Number of varieties tested	Number of varieties having	Frequency	Number of varieties tested	Number of varieties having	Frequency	Number of varieties tested	Number of varieties having	Frequency
HP 1	1	1	100.0	2	2	100.0	129	117	98.4
HP 2	1	0	0.0	2	0	0.0	129	2	1.6
HP 3	1	0	0.0	2	2	100.0	129	118	91.5
HP 4	1	0	0.0	2	1	50.0	129	94	72.9
HP 5	1	0	0.0	2	0	0.00	129	4	3.1
HP 6	1	0	0.0	2	1	50.0	129	26	20.2
HP 7	1	0	0.0	2	0	0.0	129	123	95.3
HP 8	1	0	0.0	2	2	100.0	129	1	0.8
HP 9	1	1	100.0	2	1	50.0	129	122	94.6
HP10	1	0	0.0	2	0	0.0	129	4	3.1
HP11	1	1	100.0	2	2	100.0	129	129	100.0
HP12	1	0	0.0	2	0	0.0	129	9	7.0
HP13	1	1	100.0	2	2	100.0	129	79	61.2
HP14	1	0	0.0	2	1	50.0	129	14	10.9
HP15	1	1	100.0	2	0	0.0	129	90	69.8
HP16	1	0	0.0	2	2	100.0	129	105	81.4
HP17	1	1	100.0	2	2	100.0	129	125	96.9
HP18	1	0	0.0	2	0	0.0	129	58	45.0
HP19	1	0	0.0	2	0	0.0	129	10	7.8
HP20	1	0	0.0	2	0	0.0	129	4	3.1
HP21	1	1	100.0	2	0	0.0	129	56	43.4
HP22	1	1	100.0	2	2	100.0	129	105	81.4
HP23	1	0	0.0	2	1	50.0	129	19	14.7
HP24	1	1	100.0	2	2	100.0	129	126	97.7
HP25	1	0	0.0	2	0	0.0	129	39	30.2
HP26	1	0	0.0	2	0	0.0	129	80	62.0
HP27	1	1	100.0	2	1	50.0	129	110	85.3
HP28	1	0	0.0	2	2	100.0	129	8	6.2

Table 7. Electrophoretic patterns of the pupal haemolymph proteins of the silkworm varieties on the 9th day after the initial mounting.

ROW	SEX	names of varieties	STRAIN	protein bands																											
				HP 1	HP 2	HP 3	HP 4	HP 5	HP 6	HP 7	HP 8	HP 9	HP 10	HP 11	HP 12	HP 13	HP 14	HP 15	HP 16	HP 17	HP 18	HP 19	HP 20	HP 21	HP 22	HP 23	HP 24	HP 25	HP 26	HP 27	HP 28
1	FEM	C66	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
2	MAL	C66	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
3	FEM	C42	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
4	MAL	C42	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
5	FEM	C40	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
6	MAL	C40	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
7	FEM	C76	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
8	MAL	C76	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
9	FEM	04C	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
10	MAL	04C	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
11	FEM	S6	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
12	MAL	S6	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
13	FEM	S8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
14	MAL	S8	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
15	FEM	C25	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
16	MAL	S42	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
17	FEM	S4	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
18	MAL	S4	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
19	FEM	S12	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
20	MAL	S12	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
21	FEM	N13	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
22	MAL	N13	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
23	FEM	N71	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
24	MAL	N71	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
25	FEM	N67	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
26	MAL	N67	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
27	FEM	N18	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0
28	MAL	N18	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
29	FEM	N65	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
30	MAL	N65	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
31	FEM	MUDUNG	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
32	MAL	MUDUNG	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
33	FEM	C-HEIBAGRAN	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
34	MAL	C-HEIBAGRAN	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
35	FEM	B-1	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
36	MAL	B-1	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
37	FEM	C14	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
38	MAL	C14	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
39	FEM	ZO	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
40	MAL	ZO	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0

41	FEM	ROMOGUO	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
42	MAL	ROMOGUO	3	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
43	FEM	SOYAND	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0
44	MAL	SOYANG	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0
45	FEM	JOONG 22	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
46	MAL	JOONG 22	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
47	FEM	CHUNGCHUN	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
48	MAL	CHUNGCHUN	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
49	FEM	04N	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
50	MAL	04N	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
51	FEM	4056	2	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
52	MAL	4056	2	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
53	FEM	04Q	2	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
54	MAL	04Q	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
55	FEM	C76	2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
56	MAL	C76	2	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
57	FEM	C70	2	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
58	MAL	C70	2	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
59	FEM	C42H	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
60	MAL	C42H	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
61	FEM	N6	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
62	MAL	N6	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
63	FEM	JAM 110	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0
64	MAL	JAM 110	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0
65	FEM	JOONG 17	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
66	MAL	JOONG 17	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
67	FEM	N17	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
68	MAL	N17	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
69	FEM	N69	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
70	MAL	N69	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
71	FEM	N29	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
72	MAL	N29	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
73	FEM	N30	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
74	MAL	N30	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
75	FEM	MOYN 49	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
76	MAL	MOYN 49	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
77	FEM	SULAK	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0
78	MAL	SULAK	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
79	FEM	C16	2	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
80	MAL	C16	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
81	FEM	C18	2	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
82	MAL	C18	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
83	FEM	C27	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
84	MAL	C27	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
85	FEM	4051	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
86	MAL	4051	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0

ROW	SEX	names of varieties	STRAIN	protein bands																											
				HP 1	HP 2	HP 3	HP 4	HP 5	HP 6	HP 7	HP 8	HP 9	HP 10	HP 11	HP 12	HP 13	HP 14	HP 15	HP 16	HP 17	HP 18	HP 19	HP 20	HP 21	HP 22	HP 23	HP 24	HP 25	HP 26	HP 27	HP 28
87	FEM	N80	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
88	MAL	N80	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
89	FEM	C11	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
90	MAL	C11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
91	FEM	N45	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
92	MAL	N45	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
93	FEM	N43	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
94	MAL	N43	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
95	FEM	141	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
96	MAL	141	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
97	FEM	J-HOYNGBAGRAN	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
98	MAL	J-HOYNGBBGRAN	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
99	FEM	EUNROYNG	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
100	MAL	EUNROYNG	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
101	FEM	JAM 102	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
102	MAL	JAM 102	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
103	FEM	DAEDONG	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
104	MAL	DAEDONG	2	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
105	FEM	C44	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
106	MAL	C44	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
107	FEM	N13	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
108	MAL	N13	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
109	FEM	HANKANG	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
110	MAL	HANKANG	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
111	FEM	E^{b} GUAINGJI	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
112	MAL	E^{b} GUAINGJI	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
113	FEM	ZO	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
114	MAL	ZO	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
115	FEM	JAM 107 HUI	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
116	MAL	JAM 107 HUI	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
117	FEM	SAMMYNHONG	4	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
118	MAL	SAMMYNHONG	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
119	FEM	JI 5 HO	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
120	MAL	JI 5 HO	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
121	FEM	J HUI	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
122	MAL	J HUI	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
123	FEM	GREY EGG	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
124	MAL	GREY EGG	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
125	FEM	PEDTS	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
126	MAL	PEDTS	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0

127	FEM	SUWEON 10 HO	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
128	MAL	SUWEON 10 HO	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
129	FEM	S2	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
130	MAL	S2	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
131	FEM	S5	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
132	MAL	S5	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
133	FEM	JAM106	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
134	MAL	JAM106	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
135	FEM	BOOKAK	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
136	MAL	BOOKAK	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
137	FEM	C17	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
138	MAL	C17	2	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
139	FEM	JUKJUKJUK	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
140	MAL	JUKJUKJUK	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
141	FEM	PM	5	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1
142	MAL	PM	5	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1
143	FEM	Y4	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
144	MAL	Y4	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
145	FEM	C79	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
146	MAL	C79	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
147	FEM	C68	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
148	MAL	C68	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0
149	FEM	N32	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
150	MAL	N32	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
151	FEM	N19	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
152	MAL	N19	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
153	FEM	C5	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
154	MAL	C5	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
155	FEM	C10	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
156	MAL	C10	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
157	FEM	HUK C HYNG	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
158	MAL	HUK C HYNG	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
159	FEM	SC	2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
160	MAL	SC	2	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
161	FEM	N44	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
162	MAL	N44	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
163	FEM	W109	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
164	MAL	W109	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
165	FEM	SE215	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0
166	MAL	SE215	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
167	FEM	N26	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
168	MAL	N26	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
169	FEM	N39	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
170	MAL	N39	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
171	FEM	C7	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
172	MAL	C7	2	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0

ROW	SEX	names of varieties	STRAIN	protein bands																											
				HP 1	HP 2	HP 3	HP 4	HP 5	HP 6	HP 7	HP 8	HP 9	HP 10	HP 11	HP 12	HP 13	HP 14	HP 15	HP 16	HP 17	HP 18	HP 19	HP 20	HP 21	HP 22	HP 23	HP 24	HP 25	HP 26	HP 27	HP 28
173	FEM	C3	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
174	MAL	C3	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
175	FEM	N75	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
176	MAL	N75	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
177	FEM	C10	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
178	MAL	C10	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
179	FEM	S7	3	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
180	MAL	S7	3	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
181	FEM	S14	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
182	MAL	S14	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
183	FEM	S10	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
184	MAL	S10	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0
185	FEM	S3	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
186	MAL	S3	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
187	FEM	C48	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
188	MAL	C48	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
189	FEM	N43	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
190	MAL	N43	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
191	FEM	N46	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
192	MAL	N46	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0
193	FEM	C46	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
194	MAL	C46H	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
195	FEM	C46H	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
196	MAL	C46H	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
197	FEM	SINJOONG 102	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
198	MAL	SINJOONG 102	2	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
199	FEM	MYOHANG	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
200	MAL	MYOHANG	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
201	FEM	MORAN	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0
202	MAL	MORAN	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0
203	FEM	HUKJAM	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
204	MAL	HUKJAM	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
205	FEM	GUMKANG	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
206	MAL	GUMKANG	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
207	FEM	C14	2	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
208	MAL	C14	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
209	FEM	JOONG 112	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
210	MAL	JOONG 112	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
211	FEM	C60	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
212	MAL	C60	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0

213	FEM	HM	5	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
214	MAL	HM	5	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
215	FEM	BN HUI	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
216	MAL	BN HUI	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
217	FEM	Q HUI	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
218	MAL	Q HUI	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
219	FEM	RHS	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
220	MAL	RHS	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
221	FEM	C45	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
222	MAL	C45	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
223	FEM	Q	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
224	MAL	Q	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
225	FEM	SK	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
226	MAL	SK	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
227	FEM	C31	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
228	MAL	C31	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
229	FEM	BAGHDAD	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
230	MAL	BAGHDAD	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
231	FEM	34	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
232	MAL	34	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
233	FEM	IL115	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
234	MAL	IL115	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
235	FEM	N27	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
236	MAL	N27	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
237	FEM	C78	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
238	MAL	C78	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
239	FEM	N95	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
240	MAL	H95	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
241	FEM	IHENALIG	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
242	MAL	IHENALIG	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
243	FEM	JOONGJONG	2	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
244	MAL	JOONGJONG	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
245	FEM	23	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
246	MAL	23	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
247	FEM	LY	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
248	MAL	LY	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
249	FEM	11	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
250	MAL	11	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
251	FEM	C3	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
252	MAL	C3	2	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
253	FEM	N19	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
254	MAL	N19	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
255	FEM	HUS	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
256	MAL	HUS	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
257	FEM	AP HUI	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
258	MAL	AP HUI	3	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1

* In sex column, fem means female pupa, and mal male.

Table 6. Various distribution of total protein bands of haemolymph between both sexes of pupae.

Total of protein bands		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Average in the number of total protein bands	
Frequency	Femlae(A)	0	1	1	2	9	23	30	33	11	13	5	1	Female	14.5
	Male (B)	2	0	2	9	16	21	34	18	21	3	3	0	Male	13.8
Total Frequency(A+B)		2	1	3	11	25	44	64	51	32	16	8	1	Total	28.3
Average in Frequency (A+B)/2=C		1	0.5	1.5	5.5	12.5	22	32	25.5	16	8	4	1	Average in both sexes	14.2
Percentage (C÷129)×100		0.7	0.3	1.1	4.2	9.6	17	24.8	19.7	12.4	6.2	3.1	0.7		

(나) 中國種

中國種 암번데기에 있어서 調査된 品種은 62品種이며 각각의 蛋白質 存在頻度는 0%～100%로 變異가 심하며, 전혀 存在하지 않는 蛋白質은 HP7이고, 모든 품종에 다 存在하는 蛋白質은 HP1, HP3, HP11의 3種類이다. 또한 대체로 높은 頻度인 80%이상 存在하는 단백질은 HP1외 11종의 蛋白質이다.

(다) 유럽종

유럽종은 14品種이 調査되었으며, 각蛋白質의 存在頻度 범위는 0%～100%이며 전품종에 전혀 존재하지 않는 蛋白質밴드가 日本種 2종, 中國種 1種보다 매우 많은 8種의 蛋白質이 전혀 존재하지 않는 點이 特徵이다. 그러나, 모든 품종에 다 存在하는 단백질밴드의 種類가 日本種이 HP1외 2종, 中國種이 HP1외 2種인 것에 비해 유럽종은 HP3외 7種으로 월등히 많은 것이 특징이다.

(라) 전체집단에 있어서 각 蛋白質의 分布頻度

암번데기의 각 蛋白質 밴드의 全體調査集團인 129품종에 對한 分布 頻度를 보면, 완전히 129품종에 100% 存在하는 蛋白質은 HP11 蛋白質 하나 뿐으로서 매우 의미있는 蛋白質이라 생각한다. 이밖에 98%이상 매우 높은 頻度로 存在하는 단백질은 HP1, HP3, HP4, HP24, 로서 몇 品種을 제외한 거의 모든品種의 암 번데기에 공통적으로 存在함을 알 수 있다. 그리고, 모든 품종의 암번데기에 공통적으로 빈도가 0%인 것은 HP7 단백질 하나이다. 이러한 사실로 미루어 암번데기에 있어 모든 품종에 100%존재 하는 蛋白質은 HP11 蛋白質하나 뿐이지만, 거의 공통적이라 할 수 있는 것은 HP11을 포함하여, HP1, HP3, HP4등 4개의 蛋白質이다.

(2) 수번데기(Table 5)

(가) 日本種

調査된 50品種의 각 蛋白質 밴드의 分布頻度의 범위는 0%～100%이며 모든 品種 共히 存在하는 蛋白質은 HP1, HP11의 2蛋白質이며, HP8과 HP28은 전혀 존재치 않았고, 80% 이상의 比較的 높은 頻度로 存在하는 단백질 밴드는 HP1외 7종의 단백질이다.

(나) 中國種

日本種과는 달리 分布頻度의 범위가 약간 좁혀진 1.6%～100%이고 모든 品種 共히 存在하는 蛋白質은 HP11 한 蛋白質 뿐이다. 또한 전혀 존재하지 않는 蛋白質 밴드는 없으며, 80%이상의 빈도로 存在하는 것은 HP1외 10종의 蛋白質로 日本種보다 比較的 많은 數이다.

(다) 유럽종

調査集團의 各 蛋白質 分布頻度의 범위는 日本種과 마찬가지로 0%～100%이며 모든 品種에 共通的으로 存在하는 것은 HP3, HP9, HP11, HP17로 日本種의 2종, 中國種의 1종보다. 많은 5種의 蛋白質이 100%存在한다. 이와 反對로 전혀 존재치 않는 蛋白質도 많아서 HP2외 5종의 蛋白質이 존재치 않음도 特徵이다.

(라) 全體集團에 있어서 各 蛋白質의 分布 頻度

調査된 129品種의 수번데기의 各 蛋白質 밴드별 分布頻度를 보면, 모든 品種에 共通的으로 存在하는 것은 암번기와 마찬가지로 HP11한 단백질 뿐이며, 98%이상 높은 빈도를 가진 蛋白質은 HP1이다.

마. 體液에 存在하는 蛋白質의 수적인 分布

表 6에 보는 바와같이 기 분류된 HP1～HP28 단백질 밴드의 품종당 총 存在밴드수는 암번데기에 있어서 9～19밴드, 수번데기에 있어 8～18밴드가 나타 났으므로, 적어도 品種當 8～19밴드의 分布를 보이고 있으며 암번데기는 평균 14.5밴드, 수번데기는 13.8밴드로 암번데기가 평균 1개의 밴드정도 많음을 알 수 있다.

그리고, 대부분의 **供試品種**의 번데기 체액의 단백질 밴드 총수는 (7.5% gel 사용하여 본문에서 기 분류된 단백질 기준) 12～16밴드사이에 존재하며, 평균적으로 14개 정도의 단백질 밴드를 가지고 있다고 볼 수 있다.

4. 考 察

누에 體液蛋白質에 대하여 電氣泳動的 方法을 使用한 硏究는 1950年代 초부터 서서히 진전되기 시작하였

지만, 초기에는 蛋白質 分離能이 좋지 않았다. 그럼에도 Aizawa(1955)는 濾紙電氣泳動法을 利用하여 2~3個의 蛋白質 밴드를 얻어 이들중 移動度가 가장 빠른 것을 albumin으로 同定하였다. 그러나, 그 이후 電氣泳動法의 發達로 蛋白質 分離能이 優秀한 polyacrylamide gel을 利用하여 누에의 체액단백질의 分離가 더욱더 진행되었다.

本 硏究에 있어서도 이러한 分離能이 優秀한 polyacrylamide gel을 利用하여, 上蔟後 9日째의 번데기를 암·수별로 體液을 채취하여 地理的 原產地 혹은 品種間의 電氣泳動패턴을 硏究한 結果 몇가지 사실을 얻었는데 그 주요 사실은 아래와 같다.

본 실험 結果에서 암·수 번데기 사이에 양적인 면에서 두드러진 차이가 있는 蛋白質 밴드를 發見하여(Fig. 1, Fig. 2)이 蛋白質을 HP3, HP4로 명명하였는데, 이것이 소위 雌蠶에서만 合成되는 雌特異 蛋白質인 vitellogenine(井口등 1978) 인지 아닌지는 암·수간에 보이는 확실한 양적인 차이 만으로 그것과 같은 蛋白質이라고는 말하기 어려우며, Tojo등 (1980)의 SP1, SP2(storage protein 1, 2)과는 비슷한 移動度를 가지나 이들은 6.5% gel을 사용하였고, 본연구에서는 7.5% gel을 使用하였으므로 이들 SP들과의 정확한 관계를 알 수가 없을 것같다. 이러한 단백질들과의 同定을 위해서는 다른 생화학적 기법을 도입해야 할 것이다.

이 단백질외에도 암·수間에 差異있는 蛋白質 밴드가 있으나(Table 3, 7) 이러한 差異는 어떤 特別한 경향은 없으며, 個體間의 體液蛋白質의 變異로 인한 結果가 아닌가 생각한다. 이러한 개체간의 變異는 Gamo (1980)가 lipoprotein의 硏究에서 個體變異를 根據로 品種分化를 硏究하였으며, 이 結果 個體別 각기 다른 蛋白質 패턴을 소유 할 수 있음을 입증했다.

品種間의 蛋白質 變異는 많은 硏究者들이 酵素, 非酵素 蛋白質에 對해서 硏究하였는데(Ashton: 1965, Eguchi등 : 1964, 1965, 1966, 1970, Gamo; 1968, 1980, McDaniel; 1970) 대체로 地理的 原產地에 따라, 혹은 品種에 따라, 혹은 品種에 따라 단백질 패턴의 다양성을 보고했으나, 번데기 체액 전체의 蛋白質 成分의 패턴에 대해서는 별로 硏究된 바가 없다.

그러므로 本硏究에서 129蠶品種에 대해서 암·수별로 그 蛋白質 패턴을 연구한 결과, 암번데기에 있어 129품종에서 109개의 전기영동적 단백질 패턴이 조사되었는데, 이들 패턴중 9개 패턴은 유사성이 있는 품종들이 각각 2~7品種이 포함되어 총 29품종에 달하여 100품종은 품종 고유의 단백질 패턴을 가지고 있다.

수번데기에 있어 129품종중 112패턴이 조사되었는데 이중 13패턴은 유사성이 없는 2~5품종이 각각 포함되어 총 30품종에 달하여 99품종만이 품종고유의 패턴을 가지고 있다고 볼 수 있다.

유사성이 있는 영동패턴수에 있어서는 수번데기가 많으나(古: 9패턴, 今: 13패턴) 품종수에 있어서는 서로 비슷(古: 29, 今: 30품종)하다. 암·수 평균 유사성은 약 23%이고 변이가 있는 패턴은 77%로 단백질 패턴은 품종간에 변이가 심함을 말해준다.

本 硏究에서 이미 分類된 28個 蛋白質 밴드에 대해 地理的 原產地別로 그 頻度分布를 보면 모든 品種에 共히 存在하는 蛋白質은 HP11로서 전체빈도가 100%인점으로 미루어 보아 생리적으로 매우 重要한 蛋白質이 아닌가 생각되며, 이것이 기존의 MP5 (Major Protein 5; 藤井 등 : 1983) 蛋白質인지는 추정키 어렵다. 단지 모든 품종에 共通的이라는 관점에서, 또, 번데기때의 단백질임을 생각할 때 貯藏蛋白質의 역할을 하는 것이 아닌가 생각한다.

이 蛋白質을 포함하여 암·수와 原產地에 따라 각 蛋白質의 존재 頻度가 달라지는데, 암번데기에서는 日本種의 HP1, HP11, HP24, 中國種의 HP1, HP3, HP11, 유럽 종의 HP3의 7종의 단백질밴드는 원산지內에서 各各 100% 存在하며, 수번데기에서는 日本種의 HP1, HP11, 중국종의 HP11, 유럽종의 HP3의 4종의 단백질도 역시 100% 存在하여, 대체로 유럽종에서 100% 존재하는 단백질의 종류가 많은 것이 特徵이다.

또한 原產地內에서 전혀 존재하지 않는 蛋白質을 보면, 암번데기 있어서, 일본종의 HP7, HP10, 中國種의 HP7, 유럽등의 HP2의 7종의 단백질 밴드가, 수번데기에서 일본종의 HP28, HP8, 중국종의 100%존재, 유럽종의 HP2의 5종의 단백질이 각각 전혀 존재하지 않아 유럽종에서 존재하지 않는 단백질의 종이 많은 것이 또한 특징적이다.

調査된 集團의 品種當 蛋白質 밴드수는 品種에 따라 다르지만 평균 14~15밴드로서 기존 연구자의 번데기의 10性分(Nakasone: 1965) 보다는 4~5성분이, 井口등 (1978)의 13성분보다는 1~2성분이 더 많은 경향을 보였고, 移動度가 느린 것 중 분류를 하지 못한 3~5개의 단백질 밴드와, 移動度가 가장 빠른 단백질 중에서 미세한 밴드의 미분류된 3~4개의 밴드를 고려한다면, 누에 번데기 체액의 단백질밴드수는 더 늘어날 것으로 생각된다.

本硏究에서는 品種別 蛋白質 패턴의 유사성이라든지 개개의 蛋白質 밴드의 빈도 분포, 品種內의 암·수間의 패턴의 差異, 蛋白質 밴드의 品種別 총수등을 硏究

했으나, 이후로는 個個의 蛋白質에 對하여 生理的, 遺傳的, 組織學的인 側面에서의 硏究가 진행되어져야 할 것으로 믿는다.

摘 要

蠶品種의 地理的 原産地, 品種, 암·수 別누에 번데기의 體液蛋白質에 있어서 電氣泳動的 蛋白質 패턴의 類似性, 各各의 蛋白質 밴드의 分布樣像, 암·수間의 패턴 差異, 品種別 소유하는 體液蛋白質밴드의 種類等에 대해서 蠶業試驗場에서 保存中인 129 蠶品種을 대상으로 調査한 바, 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 누에번데기 體液蛋白質의 電氣泳動 結果 分類된 蛋白質은 28個 蛋白質이었고, 각각의 品種이 소유하고 있는 蛋白質 밴드의 種類는 平均 14 밴드정도였다.

2. 調査된 品種의 地理的 原産地別 品種間의 類似性의 암·수 平均치는 日本種 20.0%, 中國種 28.3%, 유럽종 14.3%로 中國種이 類似性이 가장 높다.

3. 전체 調査集團의 암·수별 類似性은 암 : 22.5%, 수 : 23.5%로 거의 비슷한 수준이다.

4. 調査된 129品種의 암·수별 電氣泳動 패턴의 種類는 암번데기에서 109패턴이 수번데기에서 112패턴이 관찰되었다.

5. 品種內의 암·수별 電氣泳動 패턴의 異差는 HP3, HP4 蛋白質 밴드를 제외하면 평균 6.6% 정도이다.

6. 28個 蛋白質 밴드의 각각의 地理的 原産地別 分布頻度는 原産地에 따라 암·수 공히 差異가 심하다.

7. 모든 品種에 分布頻度가 100%인 蛋白質 밴드는 HP11로서 모든 品種에 共通的으로 存在하는 蛋白質이었다.

8. 수번데기보다는 암번데기에서 흡광밀도가 높은 HP3, HP4 蛋白質 밴드가 모든 品種의 암·수에서 뚜렷한 差異를 보였다.

引 用 文 獻

Aizawa K. (1955) Electoresis of the blood of the silkworm, *Bomyx mori*, on the filter paper. J. Sericult. Sci. Japan, **24**(5-6):3 92-397.

Ashton G.C. (1965) Serum amylase (thread protein) polymorphism in cattle. Genetics, 51:431-437.

Eguchi M., Yoshitake N. and Kai H. (1965) Types and inheritance of blood esterase in the silkworm, *Bombyx mori*. J. Genet. Vol. 40, No. **1**:15-19.

Eguchi M., and Furukawa S. (1970) Protease in the pupal midgut of the silkworm, *Bombyx mori*. J. Sericult. Sci. Japan, **39**(5), 387-392.

Eguchi M., and Sugimoto T. (1964) Changes in esterase zymograms of the silkworm, *Bombyx mori.*, during development. J. Sericult. Sci. Japan, Vol. 33, No. **4**:321-326.

Eguchi M., (1964) Changes in phosphatase zymograms of the silkworm, *Bombyx mori.*, during development. J. Sericult. Sci. Japan, Vol. 33, No. **4**:327-332.

Eguchi M., Masayama T. and Nishimura M. (1966) Changes in electrophoretic patterns of protein in several tissues of the silkworm, *Bombyx mori.*, during metamorphosis. J. Sericult. Sci. Japan, Vol. 35, No. **6**:435-443.

藤井博, 河口 豊(1983) カイコ 體液蛋白質の 發育經過に ともなう 變化, 特に 主要蛋白質 成分 (MP5)の 消長, 日蠶雜 **52**(6):529-536.

Gamo T. (1968) The inheritance of electrophoretic patterns of blood albumin in the silkworm, *Bombyx mori*. Japan. J. Genetics Vol. 43, No. **4**:271-277.

Gamo T. and Ohtsuka Y. (1980) Phylogenetic studies on the racial differentiation of the silkworm, *Bomyx mori*, on the basis of polymorphic genes in haemolymph proteins. Bull. Sericul. Exp. Sta. Vol. 28, No. **1**:15-49.

Hirata Y. (1974) Relations between the amylase activity of the larval digestive juice and several quantitative characters in ae strains of the silkworm, *Bombyx mori*. J. Sericult. Sci. Japan, Vol. **43**(5): 384-390.

Inakami K. and Sudo Y. (1951) Studies on the proteins in the blood of the silkworm. (I) On the globulin, albumin and residual nitrogen content in the blood of the silkworm. J. Sericult. Sci. Japan, **20**(5):383-384.

Inoguchi and Ito T. (1973) Variations in free amino acid composition of larval haemolymph among varieties of the silkworm, *Bombyx mor*. J. Sericult. Sci. Japan, **42**(2):105-116.

井口 民夫, 中井 正憲(1978) 家蠶の ビテロジニンに關する 硏究. I. 同定と アミノ酸 組成, 蠶試報 **27**(5):579-593.

Irie K. and Yamashita O. (1983) Egg-specific protein in the silkworm, *Bombyx mori:* purification, prop-

erties, localization and titre changes during oogenesis and embryogenesis. Insect Biochem., Vol. 13, No. 1:71-80.

Irie K. and Yamashita O. (1980) Changes in vitellin and other yolk proteins during embryonic development in the silkworm, *Bombyx mori*. J. Insect physiol., Vol. 26:811-817.

Isumi S. and Tomino S. (1980) Purification and molecular properties of vitellin from the silkworm, *Bombyx mori*. Insect Biochem., Vol. 10:199-208.

Ito T., Mukaiyama F. and Tanaka M. (1962) Some properties of amylase of digestive juice and blood of larvae of the silkworm, *Bombyx mori*. J. Sericul. Sci. Japan, Vol. 31, No. 4:228-234.

小原 隆三(1967) 數種昆蟲の 體液蛋白に おける 雌雄間 差異, 應動昆 11(2):71-75.

McDaniel R.G. (1970) Electrophoretic characterization of proteins in *Hordeum*, The journal of Heredity Vol. 61(6):243-247.

Nakasone S. and Kobayashi M. (1965) Acrylamide gel Electrophoresis of blood protein during the moulting and the metamorphosis in the silkworm, *Bombyx mori*. J. Sericult. Sci. Japan, Vol. 34, No. 4:257-262.

Narang S., Terranova A.C., McDonald I.C. and Leopold R.A. (1976) Esterase in the house fly. The Journal of Heredity 67:30-38.

Tojo S., Nagata M. and Kobayashi M. (1980) Storage proteins in the silkworm, *Bombyx mori*. Insect Biochem. Vol. 10:289-302.

Wilcox F.H. (1972) Genetic variation of a major liver protein in the mouse. The Journal of Heredity Vol. 63(1):60-63.

Yoshitake N. and Akiyama M. (1965) Distribution of types of the blood acid-phophotase in various strains of the silkworm, *Bombyx mori*. J. Sericult. Sci. Japan, Vol. 34, No. 2:99-103.

Yoshitake N. (1963) On the esterase types types in the midgut of the silkworm, *Bombyx mori*. J. Sericult. Sci. Japan, Vol. 32, No. 5:285-291.

Yoshitake N. (1959) Immunogenetic studies in the silkworm, *Bombyx mori*. J. Sericult. Sci. Japan. Vol. 28(4):205210.

吉武一成美, 秋山 昌子(1965) カイコの 卵の エステラーゼ 活性に 關する 遺傳的 考察, 日蠶雜, 34(5):327-333.

吉武一成美 (1968) 日本產 クワユの エステラーゼ および ホスハターゼ型の 地域的 差異, 日蠶雜, 3L(3):195-200.

吉武一成美, 江口 正治, 土屋 洋子(1965) カイコの 絹絲腺に おける エステラーゼ型の 品種間 差異に ついて, 日蠶雜 35(5):331-335.

吉武一成美, 江口 正治, (1965) カイユの 幼蟲血液に おける エステラーゼ型の 品種間 差異に ついて. 日蠶雜. 34(2):75-97.