

家蠶의 人工飼料育에 있어서 飼料組成差異와 環境條件이 누에의 成長發育에 미치는 影響

李 鎭 根·孫 海 龍

慶北大學校 農科大學

Effect of the Difference of Dietary Composition and Environmental Condition on the Growth and Development of Silkworm, *Bomby mori* L., fed on Artificial Diet

Jin Keun Lee and Hae Ryong Sohn

College of Agriculture, Kyungpook National University

Summary

This study was carried out to investigate the effect of the difference of dietary compositions and environmental conditions on the growth and development of silkworm.

The results obtained are as follows:

1. The more amount of soybean meal of diet was added, the more duration of the larval period was shortened. But Fifty percent increase of the amount of protein of diet lengthened the duration of larval period.
2. Fifty percent addition of the soybean meal to the diet does not influence the silkworm mortality, Whereas more than that gives rise to the adverse effect on the silkworm mortality.
3. The cocoon quality was significantly affected by the difference of dietary composition.
4. In the environmental condition the duration of larval period was shortened in the high temperature and the dark condition.
5. The silkworm mortality was increased in the high temperature and the light condition.
6. The cocoon quality was significantly affected in the high temperature and the dark condition.

緒 論

누에의 營養에 관한 研究는 일찌기 平塚(1917), 福田(1951) 등에 의해서 詳細히 研究되어 왔으나 누에는 桑葉飼育만이 可能한 單食性 昆蟲이기 때문에 그 組成을 任意로 바꾸어 飼育할 수 없기 때문에 누에의 營養要求를 直接的으로 解明하기는 어려웠다.

그러나 福田(1960), 吉田(1960), 伊藤(1960) 등에 의해서 人工飼料育이 可能하게 됨에 따라 飼料의 組成을 任意로 바꾸어 飼育할 수 있게 되어 지금까지 不明하였던 蛋白質, 炭水化合物, 脂肪, 비타민, 無機物 등에 對한 營養要求성의 研究가 活潑히 되어졌다.

伊藤(1960)는 飼料中 營養要求성이 가장 많은 比率을 차지하고 있는 炭水化合物과 蛋白質의 量的 比率에 따라 幼蟲成長에 큰 影響을 미친다고 하였으며, 伊藤, 田中(1962)는 飼料中 蛋白質含量이 一定量 以下일 때는 幼蟲의 成長이 극히 不良하여 진다고 하였으며, 伊藤(1965)는 蛋白質源中 植物性 蛋白質이 營養價가 좋아서 많이 利用되고 있다고 하였다. 또한 伊藤(1970)는 蛋白質 含量이 많은 경우가 造卵性에 좋은 影響을 미쳤다고 하였다.

한편 人工飼料育의 경우 攝食性을 높일수 있는 環境條件이 강조되어 왔다. 高宮(1974), 平坂·小山(1972) 등은 飼育溫度와 光線이 飼育濕度보다도 누에에 더 큰 影響을 미친다고 하였다.

飼育溫度에 關係서는 稚蠶期の 低溫飼育이 高溫飼育보다 經過日數를 延長시키며 壯蠶期에 低溫飼育이 高溫飼育보다 繭重, 繭層重이 무겁다고 하였고, 光線의 影響은 幼蟲期の 明條件은 暗條件에 比해서 飼料價値를 低下시키며 發育經過도 遲延시키고 發育도 不良하다고 하였다. 그리고 누에가 感知할 수 있는 光線의 波長은 360nm~670nm이고 靑綠色(540nm)에서 가장 높게 나타났다.

上田(1976)는 飼育溫度가 20°C~30°C의 범위내에서는 光線의 影響이 顯著하게 나타난다고 하였으며, 上田(1982)는 누에의 攝食性은 光線과 溫度가 相互作用한다고 하였다.

따라서 人工飼料育은 桑葉育에 比해서 溫度는 높게 해주고 光線은 暗條件으로 해주는 短日飼育法이 누에 經過의 齊一化에 상당히 좋은 結果를 얻었다고 報告하였다.

이에 著者는 人工飼料育 누에의 蛋白質 要求量은 누에 成長에 따라 상당히 달라지므로 壯蠶期 飼料의 適正 蛋白質量을 알고자 하였고, 누에 成長에 직접적으로 影響을 미치는 溫度와 光線을 組合하여 最適條件을 찾게 本 實驗을 行하였다.

材料 및 方法

I: 飼料組成차이가 누에의 成長發育에 미치는 影響

1. 供試蠶品種: 1984年 春蠶期에 採種한 交雜種 蠶 119×蠶120을 使用하였다.
2. 實驗場所 및 時期: 本 實驗은 慶北大學校 農科大學 蠶絲學科 生理 實驗室에서 行하였으며 時期는 1984. 7. 12. 에 掃蠶하였다.
3. 浸酸 및 催靑: 即時浸酸法으로 浸酸하여 바로 改良暗催靑法으로 孵化시켰다.
4. 供試人工飼料 및 調製: 供試人工飼料는 表 1의 組成에 의하였으며 桑葉粉末은 慶北蠶種場에서 栽培한 改良鼠返을 陰乾하여 150mesh로 粉碎 使用하였다. 飼料調製는 각 營養分을 秤量, 여러번 混合한 다음 100°C에서 30分間 加熱後 冷却시켜서 5°C 冷藏庫에 保管 使用하였다.
5. 飼育 및 溫濕度: 恒溫器에서 사레育을 하였고 溫濕度는 表 2의 條件으로 맞추어 주었으며 3齡까지는 表 1의 人工飼料를 給餌하고 4齡이후는 組成을 달리한 表 3의 飼料를 給餌하였다. 給餌回數는 3齡까지는 1日 1回 그 以後는 1日 2回 하였다.
6. 飼育頭數 및 實驗設計: 各區는 50頭 2反覆으로 完全任意配置하였다.

Table 1. Composition of the artificial diet

Ingredients	Diet	
		A
Mulberry leaf powder		25.0
Corn starch		2.0
Sucrose		4.0
Soybean powder		38.0
Soybean oil		1.6
Ascorbic Acid		2.0
Cellulose		13.3
Agar		8.0
Citric Acid		3.0
Sorbic Acid		0.2
β -sitosterol		0.2
Inorganic salts*		2.7
Total		100.0

Vitamin B mixture** added
Distilled water 2.35ml per gram of dry diet

* KCl: 0.02g, CaCO₃: 0.36g, MgSO₄: 0.18g, FePO₄: 0.09g, SiO₂: 0.26g, K₂HPO₄: 0.09g per gram of Inorganic salts

** Biotin 2.0mg, Choline chloride 1,500mg, Folic acid 2.0mg Inositol 200mg, Nicotinic acid 100mg, Ca-pantothenate 1,500mg, Pyridoxin-HCl 30.0mg, Riboffavin 20.0mg, Thiamine 20.0mg per 1000ml of distilled water.

Table 2. Temperature, humidity, and light conditions in silkworm rearing

Instar	Temp., Humi. & Light	Temp.	Humi.	light
		(°C)	(%)	
1st instar		29	85	12hrs light 12hrs dark
2nd instar		29	85	"
3rd instar		28	80	"
4th instar		26	75	"
5th instar		25	75	"

7. 形質調査: 經過日數, 減蠶比率, 單繭重, 繭層重과 繭層比率를 調査하였다.

II: 飼育環境이 누에의 成長發育에 미치는 影響

1. 供試蠶品種, 實驗場所 및 時期, 浸酸, 催靑, 供試人工飼料 및 調製와 給餌回數는 I과 同一하게 하였다.
2. 飼料環境에 있어서 恒明條件은 螢光등을 使用하였으며 恒暗條件은 검은천으로 飼育箱을 덮어 주었다. 그리고 飼育溫度는 24°C의 低溫과 29°C의 高溫으로 處理했으며 飼育濕度는 어느 試驗區에서나 稚蠶期에는

Table 3. Composition of the experimental diets

Ingredient	Diets			
	A	B	C	D
Mulberry leaf powder	25.0	10.0	8.0	5.0
Corn starch	2.0	7.5	8.5	8.9
Sucrose	4.0	7.5	7.5	8.0
Soybean powder	38.0	43.0	50.0	58.0
Soybean oil	1.6	2.0	2.0	3.0
Ascorbic acid	2.0	2.0	2.0	2.0
Cellulose	13.3	13.5	6.5	0
Agar	8.0	8.0	7.0	7.0
Citric acid	3.0	2.5	3.5	3.5
Sorbic acid	0.2	0.2	0.2	0.2
β -sitosterol	0.2	0.3	0.3	0.4
Inorganic salts*	2.7	3.5	4.5	4.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Vitamin B mixture** added
Distilled water 2.35ml per gram of dry diet

*, **: Same as the Tab. 1.

Table 4. Temp. & light conditions of the silkworm rearing environment

Treatments	Instar	1st-3rd		4th-5th	
A		L. L.	L. L.	L. L.	L. L.
B		L. L.	L. L.	H. L.	H. L.
C		L. D.	L. D.	L. D.	L. D.
D		L. D.	L. D.	H. D.	H. D.
E		H. L.	H. L.	H. L.	H. L.
F		H. L.	H. L.	L. L.	L. L.
G		H. D.	H. D.	H. D.	H. D.
H		H. D.	H. D.	L. D.	L. D.

* L. L.: Low temperature, 24hrs Light (24°C)
L. D.: Low temperature, 24hrs Dark (24°C)
H. L.: High temperature 24hrs Light (29°C)
H. D.: High temperature, 24hrs Dark (29°C)

85~90%, 壯蠶期에는 75~80%가 되게 하였다.

3. 實驗設計 및 飼育頭數: 處理區는 表 4와 같이 配 置하였으며 2反覆으로 各區當 30마리를 飼育하였다.

結果 및 考察

I: 飼料 組成차이가 누에의 成長發育에 미치는 影響

가. 飼料 組成차이와 發育經過

飼料組成 차이에 의한 各 試驗區別 經過日數는 表 5와 같은데 對照區 A飼料에 比해서 處理別 B, C, D區

Table 5. Growth larval duration of the 4th-5th instar on the experimental diets

Item	Diets			
	A	B	C	D
Days of the 4th-5th instar	16days 14hr.	15days 11hr.	15days 3hr.	15days 20hr.
Index	100	93	91	95
Analysis of variance	a>d>b=c			

Table 6. The silkworm mortality on the experimental diets

Item	Diets			
	A	B	C	D
Silkworm mortality(%)	4.5	5.3	3.8	7.2
Analysis of variance	>a=b=c			

Table 7. Effect of cocoon quality on the experimental diets

Item	Diets			
	A	B	C	D
Mean weight of a cocoon (g)	1.04	1.03	1.13	1.11
Analysis of variance	c=d>a=b			
Mean weight of a cocoon shell (cg)	18	17	19	18
Analysis of variance	non-significant			
Mean ratio of a cocoon shell(%)	17.31	16.46	16.81	16.22
Analysis of variance	a>c>b=d			

모두 經過日數가 짧아졌다.

處理區 中에서는 對照區에 比해 D區, B區 및 C區 順으로 經過日數가 짧아졌다. 處理區別 飼料의 大豆 粉末 含量比는 對照區인 A飼料에 38%, B, C, D區는 各各 43%, 50%, 58%로서 大豆粉末 含量比가 50%를 넘어선 D區에서 다시 길어졌다. 이러한 現象은 絹絲腺 肥大成長과 絹蛋白合成面에서 보았을 때 飼料의 大豆 粉末 含量比의 增加에 左右되나 그 限計量이 重要하므로 攝食性과 壯蠶期 飼育面을 考慮하면 大豆粉末 含量比가 50%정도가 適量이라고 推論할 수 있다.

나. 飼料 組成차이와 減蠶比率

飼料組成 차이와 各 飼料別 減蠶比率은 表 6과 같은데 對照區 A飼料에 比해서 處理部 B, C는 차이가 없었으나 D區는 차이가 있었다. 大豆粉末 含量比가 50% 정도까지는 減蠶比率에 影響을 미치지 못하지만 그 이상이 되면 減蠶比率이 增加하였다. 이것은 飼料의 蛋白質 含量比가 增加하면 다른 營養分의 減少에 따르는 營養分의 不均衡때문에 成長 및 絹蛋白質의 異常을 招

來하여 減蠶比率이 增加되었다고 생각된다. 桑葉育의 경우 軟葉은 蛋白質이 많이 含有되어 있어서 壯蠶期에 는 飼育을 妨하는 理由도 바로 이 點으로서 蛋白質의 過量은 누에의 强健性和 直結되기 때문에 特히 人工飼料育의 경우 有意해야 될 것으로 思料된다.

다. 人工飼料의 組成 차이와 繭質

飼料組成 차이가 繭質에 미치는 影響은 表 7과 같은 데 單繭重에 있어서는 對照區 A에 比해서 C, D區는 차이가 있었으며, B區는 차이가 없었다. 繭層重에 있어서는 對照區와 處理區間에 차이가 없었으며 繭層比率에 있어서는 對照區에 比해서 處理區는 모두 그 比率이 낮았다.

이와같은 單繭重, 繭層重 및 繭層比率에 미치는 影響은 서로 다르지만 絹物質生産面에서 볼때 蛋白質의 合成過程은 飼料의 蛋白質 含量比가 많을 수록 攝取量 및 消化量이 增加하여서 單繭重이 무거워 지는 것인데 이점은 伊藤(1970), 堀江(1971) 등의 研究와 같은 것이었다. 그러나 攝取된 蛋白質이 體組成에는 크게 影響하지만 繭層重에는 影響을 하지 못하였으므로 蛋白質의 量的 增加만으로는 絹物質의 組成을 左右할 수 없다고 생각된다. 繭層比率에 있어서는 飼料의 大豆粉末 含量比를 增加시키면 相對的으로 그 比率이 낮아졌는데 繭層比率은 單繭重과 繭層重의 百分率에 의한 수치이므로 繭層重에 影響을 미치지 못했기 때문에 單繭重에 의해서 左右된 것으로 생각된다. 따라서 飼料의 蛋白質 含量比가 增加하므로써 單繭重이 무거워졌으므로 繭層比率이 낮아진 것이다. 그러나 處理區에 있어서 大豆粉末 含量比가 50%정도까지는 繭層比率이 增加하였다가 그 以上 含量比가 增加하면 그 比率도 낮아졌다. 그러므로 飼料의 大豆粉末 含量比가 繭質에 미치는 影響은 50%정도까지는 良好하게 作用하지만

그 含量比를 넘으면 不良하게 作用한다고 생각된다.

II: 飼育環境이 누에의 成長發育에 미치는 影響

가. 飼育環境이 經過日數에 미치는 影響

飼育環境이 經過日數에 미치는 影響은 表 8에서 나타난 바와 같다. 溫度와 光線의 條件에 따라 經過日數에 차이가 나타났는데 A, B, C, D區에 比해서 E, F, G, H 區가 經過日數가 짧았으며 A區가 가장 길게 나타났나 處理區別 條件은 A, B, C, D區는 稚蠶期 低溫飼育, E, F, G, H區는 稚蠶期 高溫飼育인데, 稚蠶期 低溫飼育이 高溫飼育보다 經過日數를 遲延시켰으며 稚蠶期 高溫飼育에서는 明條件이 暗條件에 비해 經過日數를 遲延시켰다. 이는 高宮(1982)의 研究와 同一하며 經過日數만을 考慮할때 稚蠶期는 高溫飼育하고 光線은 明條件보다는 暗條件으로 해주는 것이 經過日數를 빠르게 한다고 생각된다.

나. 飼育環境 減蠶比率에 미치는 影響

飼育環境이 減蠶比率에 미치는 影響은 表 9와 같은 데 處理區 A, B, C, D, E區는 F, G, H區에 比해서 減蠶比率이 높게 나타났으며 H區가 가장 낮고 B區, 및 D, E區가 가장 높게 나타났다. 溫度에 있어서는 稚蠶期 低溫飼育이 高溫飼育보다 높게 나타났으며 光線은 明條件이 暗條件보다 減蠶比率이 높게 나타났다. 低溫에 의하여 經過가 길어지므로 病原菌과의 接觸時間이 相對的으로 길어지는 理由도 있지만 누에 生理上 高溫에 強하므로 低溫接觸에 의한 生理的 異常을 超來하여 減蠶比率이 높게 나타났다고 생각된다. 그러나 光條件은 어떠한 機構에 의해 누에의 成長發育에 影響을 주는 것인지 아직까지는 밝혀진 바 없다.

위의 實驗結果는 上田(1982)의 研究結果와 일치하는 바 環境條件과 減蠶比率을 보면 溫度에 있어서는 稚蠶期에 高溫飼育이, 光線은 暗條件으로 해주는 것이 減

Table 8. Whole larval duration from the 1st to 5th instar on the various rearing environment

Item	Treatments								
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1st-5th instar larval durations	29days 18hr.	28days 15hr.	28days 22hr.	28days 4hr.	26days 10hr.	26days 20hr.	25days 15hr.	25days 5hr.	
Index	100	96	97	95	89	90	86	85	
Analysis of variance	a>b=c=d>e=f>g=h								

Table 9. The silkworm mortality on rearing environment

Item	Treatments								
	A	B	C	D	E	F	G	H	
The silkworm mortality (%)	13.1	15.3	11.5	14.7	14.7	9.7	11.2	4.3	
Analysis of variance	b=d=e=a=c=g=f>h, b>a, b=d=e>c, a>f, g								

Table 10. Effect of cocoon quality on the rearing environment

Item	Treatments							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Mean weight of a cocoon(g)	0.72	0.66	0.83	0.68	0.96	0.98	0.84	1.04
Analysis of variance	h=f=e>g=c>a=d=b							
Mean weight of cocoon shell (cg)	13	9	15	11	14	17	17	22
Analysis of variance	h>f=g=c=e=a=d=b, g=f>d=b							
Mean ratio of a cocoon shell (%)	18.06	13.64	18.07	16.18	14.58	17.35	20.24	21.15
Analysis of variance	h>g>c=a>f>d>e>b							

蠶比率를 減少시킬 수 있다고 思料된다. 壯蠶期の 飼育環境이 減蠶比率에 미치는 影響은 桑葉育과 그 傾向이 비슷하므로 論及을 省略한다.

다. 飼育環境이 繭質에 미치는 影響

飼育環境이 繭質에 미치는 影響은 表 10과 같은데 單繭重에 있어서는 處理區 A, B, C, D區보다 E, F, G, H區가 單繭重이 무거운데 H區가 가장 무겁고 B區가 가장 가볍다. 이는 稚蠶期에 있어서는 高溫이 低溫보다 繭重을 무겁게 하였고 繭層重에 있어서는 F, G, H區가 A, B, C, D, E區 보다 무거운데 H區가 가장 무거웠고 B, D區가 가장 가벼웠다. 이것은 稚蠶期에서는 低溫보다는 高溫이 繭層重을 무겁게 影響하였으며 光線은 繭層重에 影響을 미치지 못하였다. 繭層比率에 있어서는 稚蠶期の 高溫과 低溫間에 차이가 나지 않았다. 光線은 稚蠶期 高溫에서 明條件보다 暗條件이 높게 나타났다. 그러므로 單繭重 繭層重 繭層比率에 있어서는 飼育環境中 溫度는 稚蠶期에 高溫, 光線은 暗條件이 좋은데 이는 高宮(1982)의 研究와 같으며 또한 溫度와 光線과의 相互作用이 繭質에도 影響하므로 溫度와 光線의 가장 좋은 組合으로서 飼育經過, 強健性 및 繭質을 보다 좋게 할 수 있는 環境을 맞추어 주므로 蠶作을 양호하게 할 수 있다고 思料된다. 이러한 現象은 桑葉育에 있어서는 그 影響의 程度가 微微하지만 人工飼料의 境遇 營養分의 不充分으로 環境의 影響이 相對적으로 크게 作用하므로 보다 더 자세하고 깊은 研究가 遂行되어야 하겠다.

結論적으로 아직까지는 人工飼料育이 桑葉育 水準에 못 미치므로 飼料質의 劣等한 點을 環境條件에서 찾아 補完해 주어야 할 것으로 생각되어 高溫 飼育과 暗條件의 飼育으로서 어느 程度까지는 그 差異를 줄일 수 있다고 생각된다. 더우기 溫度와 光條件은 相互作用에 있어서 좋은 方向으로 作用하므로 이에 대한 研究가 보다 더 進行되어 가장 좋은 飼育技術 및 環境을 밝혀

내므로 누에 人工飼料育의 蠶作安定을 기할 수 있을 것으로 思料된다.

摘 要

人工飼料育 누에에 있어서 飼料組成 차이와 飼育環境이 누에의 成長發育에 미치는 影響은 다음과 같다.

1. 飼料의 大豆粉末 含量이 많을수록 經過가 짧았으나 大豆粉末 含量이 50%를 넘으면 오히려 經過가 길어졌다.
2. 減蠶比率는 大豆粉末 含量비가 50%까지는 影響을 미치지 못하지만 그 以上에서는 높았다.
3. 飼料組成 차이가 繭質에 미치는 影響은 單繭重에 있어서는 蛋白質 含量이 많을수록 무겁고 繭層重은 차이가 없었으며 繭層比率는 對照區에 비해 各 處理區 모두 낮았다.
4. 飼育環境中 溫度는 高溫이 光線은 暗條件이 經過를 短縮시켰다.
5. 減蠶比率는 稚蠶期 高溫에서 낮았고 光線은 暗條件에서 낮았다.
6. 飼育環境이 繭質에 미치는 影響은 單繭重, 繭層重, 繭層比率 모두 溫度는 高溫이, 光線은 暗條件이 良好하였다.

引 用 文 獻

- 福田紀文(1951) 糖の増給が絹絲腺の發育に及ぼす 影響に 就いて. 日蠶雜, 20, 444-447
- 福田紀文・須藤光正・樋口芳吉(1960) 人工飼料による 蠶の飼育. 日蠶雜, 29(1), 1-3.
- 平塚英吉(1917) 家蠶の榮養に關するの研究. 蠶試報, 2(4), 1-30.
- 平坂忠雄・少山長雄(1972) カイコの成長におよぼ光周

- 期の影響. 日蠶雜, 41(1), 69-78.
- 堀江保宏・渡邊喜二郎・伊藤智夫(1960)家蠶の榮養に関する研究. XII, ビタミン群の要求について. 蠶試報, 20(4), 393-409.
- 堀江保宏・渡邊喜二郎・篠原榮(1971)家蠶の體重, 絹絲腺重および 2, 3の血液成分に及ぼす飼料の影響. 蠶絲研究. 78, 44-50.
- 伊藤智夫・田中元三(1960)人工飼料による蠶兒の飼育ならび5眼蠶分離について, 日蠶雜, 29, 191-196.
- 伊藤智夫・中曾根正一(1966)家蠶の榮養に関する研究 XIII, 脂肪酸の榮養效果について, 蠶試報, 20(4), 375-391.
- 伊藤智夫(1966)新村正純家蠶の榮養に関する研究. XII, 無機物の榮養效果について, 蠶試報. 20(4), 361-374.
- 伊藤智夫(1967)家蠶の榮養要求ならびに人工飼料 日蠶雜. 36, 315-319.
- 伊藤智夫・田中元三(1962)家蠶の榮養に関する研究. IV, 人工飼料に添加する糖と蛋白含量の影響について 蠶試報, 18, 1-34.
- 伊藤智夫(1965)蠶の榮養. 蠶絲科學と技術 5(1), 52-57.
- 伊藤智夫・向山文雄(1970)家蠶人工飼料の蛋白含量と繭質との關係. 蠶絲研究. 77, 76-81.
- 高宮邦夫(1974)蠶の人工飼料における溫度および光條件について, II, 幼蟲期における溫度および光が眼性および化性におよぼ影響, 日蠶雜, 43(1), 35-40.
- 高宮邦夫(1982)家蠶の人工飼料育と光 日蠶雜, 51(6) 451-457.
- 高宮邦夫・木下傳一・加藤正雄(1982)人工飼料育蠶の眼性および成育に及ぼす光條件の影響. 日蠶雜, 51(1), 14-19.
- 高見丈夫(1969)蠶種總論 日蠶種協會. 232-258.
- 高見丈夫(1969)蠶種總論. 日蠶種協會 287-311.
- 上田 悟(1976)飼育環境(1) 蠶絲科學と技術, 15(5), 62-65.
- 上田 悟(1982)光線と蠶の成長 蠶絲科學と技術. 21(4), 37-41.
- 吉田徳太郎・松岡道男・木村孝一(1960)乾燥桑葉粉末を基本とする. 人工飼料による家蠶の飼育について. 蠶試報. 15(10), 543-586.