

누에의 人工飼育開發에 關한 研究

金 潤 植

(慶北大學校 農科大學)

Study on the Improvement of Artificial Diets for the Silkworm Rearing.

Y.S. Kim

(College of Agri. Kyungbuk University)

Summary

It was first succeeded in rearing the silkworm on the artificial diets in Japan in 1960. Since then, the researches on the artificial diets have been carried out intensively but the artificial diets have not been applied to the silkworm rearing practically till now. There are difficulties in rearing the silkworm on the artificial diets, such as uneven silkworm growth, higher production cost and decay.

The results were not satisfactory, but the author hopefully expects that the artificial diet rearing would be possible for maintaining normal silkworm growth throughout improvement of diet composition, rearing techniques and aseptics add to the diets. Especially the author considered that the aseptic rearing will contribute to the research of sericultural science. Within a few years, the artificial diet rearing would be applied to the practical silkworm rearing.

I. 緒 言

누에의 人工飼育은 누에의 營養學的 育種學的 및 病理學的 研究面에서 渴望하던 바 이었으나 드디어 1960年 日本의 福田紀文⁽¹⁾⁽²⁾와 伊藤智夫⁽⁶⁾에 依하여 各各 同年에 人工飼育이 發表되어 드디어 누에의 人工育은 實用化段階에 이르렀다고 하겠다. 누에의 人工飼育 試圖의 嚆矢는 1929年 田中義磨⁽¹⁷⁾가 상추잎에 乾燥桑葉粉末을 添加하여 添食試驗을 한것이라고 하겠으며 1930年에는 日本 蠶絲試驗場에서 滿洲產 大豆粕粉을 桑葉에 添加하거나 桑葉汁과 混合하여 育蠶을 試圖하기도했다. 其後 1954年에 이루어진 九州大學 佐佐木周郁 研究陣의 누에의 食性 改善과 人工飼育의 實用化研究, 吉田德太郎, 中島茂等の 人工飼料處方等은 누에의 人工飼育을 成功으로 이끌었다고 생각된다.

昆蟲의 人工飼育은 美國의 Beck⁽¹⁴⁾가 1948年에 처음으로 螟蟲에서 成功했으며 곧이어 日本의 石井象二郎가 벼의 二化螟蟲을 人工飼育하는데 成功했던 것이다.

乾燥桑을 蘇生시켜서 育蠶하는 研究, 強化桑으로써 育蠶하는 研究, 貯藏桑으로써 育蠶하는 研究等은 거쳐서 福田은 吉田의 人工飼料處方을 改善하여 비로소 누에의 人工飼育에 成功했고 伊藤은 누에의 營養要求追求에서 같은 成果를 거두었으며 濱村는 누에의 攝食性 研究에서 人工飼育의 營養學的 基盤을 構築했다고 하겠다.

1960年代에 이루어진 누에의 人工飼育은 1970年代에 이르러 實用化研究에 突入했다고 하겠으나 人工飼育蠶의 發育 不濟, 人工飼料의 防腐劑 研究, 人工飼料의 生産性等的 難關에 逢着하여 아직도 學術的 研究의 領效을 脫皮하지 못하는 現況이라고 할수있겠다.

우리나라에서는 일찌기 이 方面의 研究가 없었으며 著者는 數年前부터 試圖해온 누에의 人工飼育研究에서 若干의 知見을 얻었으므로 이에 報告한다.

II. 材料 및 方法

1. 人工飼料의 調製

Table 1. Composition of basic diet

A Diet		B Diet	
material	weight	material	weight
mulberry leave powder	10.0g	mulberry leave powder	12.0g
soybean powder	4.0	soybean powder	5.0
soluble starch	4.0	potato starch	4.0
glucose	2.0	glucose	2.0
ascorbic acid	0.6	ascorbic acid	0.6
β -sitosterol	0.1	citric acid	0.7
Wesson's salt mixture	1.0	β -sitosterol	0.05
agar	2.5	Wesson's salt mixture	0.05
distiled water	60.0	agar	1.5
vitamin B group add		distiled water	55.0
		vitamin B group add	
		aseptic add	

* amounts add per gram of dry diet: $4\mu\text{g}$ of biotin, 1.5mg of choline chloride, $4\mu\text{g}$ of folic acid, 2mg of inositol, 0.3mg of niacin, 0.1mg of calcium pantothenate, $30\mu\text{g}$ of pyridoxine hydrochloride, $20\mu\text{g}$ of riboflavin and $20\mu\text{g}$ of thiamine hydrochloride.

** add aseptic 2.5mg (sodiumdehydroacetic acid or sorbic acid) per gram of dry diet.

2. 飼育方法

(實驗 1)

A 組成의 人工飼料로써 5月 12日, 5月 13日, 5月 23日에 蠶 103×蠶 104를 各各 100頭씩 掃蠶하여 春蠶 飼育室에서 1日 1回 給餌의 Petri-dish 覆蓋育을 하고 除沙는 每給餌前 竹箸로써 한다. 그리고 便宜上 掃蠶日에 따라서 實驗을 (1)~(3)으로 區分한다.

(實驗 2)

6月 25日 口徑 5cm, 高 16cm의 玻璃瓶에 混合捏造한 B 組成의 人工飼料를 瓶底에 附着시키고 綿栓을 하여 30分間 autoclaving 한다. 冷却後 2%의 formalin 消毒을 한 蠶 103×蠶 104의 催青卵 20粒을 無菌의으로 人工飼料上에 靜置하여 綿栓을 하고 30°C 定溫器에서 無菌飼育을 試圖한다.

(實驗 3)

8月 30日 B 組成의 人工飼料로 牡丹×大同의 Petri-dish 覆蓋育을 26°C 定溫器에서 實施한다. 1齡期는 B 組成의 人工飼育 2齡期以後는 A 組成의 人工飼育으로써 1日 1回 給餌의 人工飼育을 한다.

(實驗 4)

9月 4日 B 組成 人工飼料의 水分率 70%區와 80%區로 나누어서 飼育溫度 各各 25°C 와 30°C 의 定溫器에서 牡丹×大同의 無菌飼育을 試圖한다.

(實驗 5)

9月 20日 A 組成과 B 組成의 人工飼料를 各各 水分率 70%區와 80%區別로 牡丹×大同을 掃蠶하여 飼育溫度 26°C 와 30°C 의 定溫器에서 無菌飼育을 實施한다.

(實驗 6)

稚蠶期 人工飼育 壯蠶期 桑葉育을 하는 前提에서 1~3齡蠶의 大量飼育을 試圖한다. 9月 21日 牡丹×大同의 蠶量 1g을 掃蠶하여 citric acid를 添加한 水分率 75%의 A 組成 人工飼料로써 30°C 定溫器에서 Petri-dish 覆蓋育을 하고 給餌回數는 1齡期 1日 1回, 2~3齡期 1日 2回로 給餌한다.

隔日로 給餌前에 3% sorbic acid 酸性白土를 蠶座에 撒粉하여 蠶體消毒과 아울러 蠶座消毒을 試圖한다.

Ⅲ. 結果 및 考察

桑葉에 不足한 成分을 補充하기 위하여 澱粉 大豆粉粒等을 添加한 強化桑의 研究에서 發端하여 이루어진 人工飼料은 첫째 桑葉의 成分과 近似한 成分을 지니고 있어야하며 둘째 누에가 嗜食하고 攝食할수 있는 誘引物質과 攝食促進物質等이 添加되어야하고 셋째 人工飼料가 腐敗 또는 變質하지 않아야 한다고 생각된다.

人工飼料에 桑葉粉末을 50%가량 混入하고 나머지의 不足한 成分은 有機 및 無機化合物으로써 補完하며 造形한 것이 人工飼料라고 하겠다. 人工飼料에 桑葉粉末을 10~20% 混入한 準合成飼料⁽³⁾나 有機 및 無機의 成分만으로 合成한 合成飼料라도 생각할수 있겠다. 準合成飼料⁽⁴⁾나 合成飼料에는 桑葉 特有的 抽出物質을 添加하여야 攝食할 수 있는 것이며 아직은 準合成飼料育과 合成飼料育의 成績이 누에에 있어서는 人工飼料育에 비하여 뒤떨어진다고 알려졌다.

實驗 1~(1~2)

5齡 2~6日째에 모두 斃死했으며 斃死蠶은 大部分이 脫肛이나 吐液을 했다. 누에의 發育이 不齊했으므로 60~70%의 起蠶이 보이던 飼料成績에 起蠶期라고 表示하기로한다. 2齡 起蠶期에 蟻蠶과 毛振期의 發育不振蠶이 30~40% 섞여있을 뿐만 아니라 4齡 起蠶期에 3齡蠶과 2齡蠶이 半數가량 섞여있을 程度로 發育이 不齊했다. 그리고 體形은 小形이어서 體重 秤量을 拋棄했으며 體色은 乳白色을 나타내었고 舉動은 活潑하지 못 할뿐만 아니라 恰似 軟化病蠶과 같은 外形을 나타낸다고 表現할 수 있겠다. (Photo 1) 누에의 經過는 掃蠶後 1個月에 비로소 4齡蠶으로 자랐으니 斃死蠶은 長期間의 營養失調에 基因한 것이라고 생각된다.

實驗 1

稚蠶期에 人工飼料을 한 人工飼料蠶을 中蠶期부터 桑葉育으로 飼育型式을 轉換하였던바 누에는 虛弱했으나 全齡 桑葉育蠶과 比較해서 形態의으로는 큰 差가 없을 程度로 成長했다. 그러나 누에의 行動은 繼續 活潑하지 못했다.

實驗 1의 成績은 Table 2와 같다.

Table 2. Results of first experiment.

(1) artificial diet rearing			(2) artificial diet rearing			(3) 1-2 instar: artificial diet rearing 3-5 instar: mulberry leave rearing		
Date	growing stage	survived worms	Date	growing stage	survived worms	Date	growing stage	survived Worms
12/v	beginning of silkworm rearing	100	13/v	beginning of silk worm rearing	100	23/v	beginning of silk worm rearing	100
15/v	stage of grey body color		16/v	stage of grey body color		25/v	stage of grey body color	
19/v	1st molting		21/v	1st molting		31/v	1st molting	
21/v	2nd instar	73	24/v	2nd instar	83	3/v1	2nd instar	63
26/v	2nd molting		31/v	2nd molting		8/v1	2nd molting	
28/v	3rd instar	65	3/v1	3rd instar	48	11/v1	3rd instar	38
2/v	3rd molting		7/v1	3rd molting				
4/v1	4th instar	47	9/v1	4th instar	26		From 3rd instar mulberry leave rearing	
L2/v1	4th molting		15/v1	4th molting				
L4/v1	5th instar	34	17/v1	5th instar	15			
L9/v1		0	18/v1		0	28/v1	mounting	14
(rearing temperature 24.1°C)			(rearing temperature 23.9°C)			(rearing temperature 23.7°C)		

實驗 2

6月 30日 17頭의 2齡蠶을 얻었으며 體色은 帶淡褐色이고 體長은 正常蠶의 2/3가량으로 자랐으나 2齡 2日째에 發黴하여 飼育을 中止했다.

飼育中 發黴한것은 人工飼料 製造過程에서 二重蒸熱을 하지 않았는 것과 無菌室에서 作業을 하지못한데 基因 因한 것이라고 생각된다.

催靑卵의 卵面消毒은 2% formalin 水에 10分間 浸漬後 蒸溜水에서 充分히 洗滌하여 乾燥시켰으므로 卵面 消毒은 完全했다고 생각된다. 伊藤⁽⁸⁾은 孵化 2~3 日前에 10% 昇汞水에 10分間 浸漬消毒을 했고 今井⁽⁵⁾은 40°C로 加溫한 formalin 原液에서 發生하는 formaldehyde gas를 催靑容器에 10分間 送入하여 gas 消毒을 하고 곧 無菌空氣에서 脫臭하여 催靑을 始作하는 消毒法으로 消毒의 效果를 거두었다고 한다.

그리고 飼料 組成에 抗生物質⁽¹¹⁾이나 養鷄用⁽¹⁵⁾ 오로콕抗生物質을 混合하여 綿絨 flask 育이나 Petri-dish 育을 한 實驗例도 있으나 air cleaning을 할수 없는 實驗室에서는 防腐劑를 添加한 B 組成의 人工飼料로 無菌飼料을 할수밖에 方法이 없으며 1齡 飼育은 可能하다고 생각된다. 人工飼育은 淸淨育을 하여야 하는 것은 常識의인 問題라고 하겠다.

帶淡褐色의 1齡蠶 體色은 高溫飼育에 基因한 것이라고 생각되며 이것은 高溫催靑의 蠶體色에서 미루어 보아서 이와같은 解釋을 할 수 있겠다. 伊藤⁽⁸⁾은 防腐劑添加의 無菌飼育蠶은 發育이 늦고 大部分의 누에는 4~5 齡期에 이르러 죽어버렸으며 누에의 經過는 自然曝露의 人工飼育蠶보다 더욱 늦어질뿐아니라 無菌飼育에서는 단지 1頭밖에 營繭하지 못했다고 報告하였다.

또한 伊藤⁽⁸⁾은 無菌飼育中 上簇까지 人工飼料를 2回 代替했고 松田⁽¹¹⁾⁽¹²⁾는 飼料를 3回 代替했다고 하며 이것은 飼料의 水分 蒸發로 因한 飼料價値 低下때문에 代替한 것이라고 한다.

實驗 3

季節의으로 보아서 곰팡이가 가장 잘 피는 時期인을 勘案하여 B 組成의 人工飼料를 擇하여 掃蠶하였으나 掃蠶後 4일이 지나도 누에가 毛振期에도 이르지 않으므로 이것은 必是 防腐劑의 藥害임을 直感하여 A 組成의 飼料로 轉換하여 飼育했다.

9月 8일에 2齡蠶, 9月 15일에 3齡蠶, 9月 22일에 4齡蠶, 9月 29일에 5齡蠶으로 자랐으니 可히 그 發育速度를 判斷할 수 있겠다. 그러나 10月 4일에 1頭가 營繭을 始作하였으니 掃蠶後 빠른것이 35日만에 營繭을 始作한 셈이다. 그러나 結繭한 고치는 貧小했다. (Photo. 3)

實驗 4

누에⁽¹⁵⁾의 經過는 人工飼料의 水分率 80%가 70%보다 發育速度가 빠르고 누에가 齊一해진다는 成績과 飼育溫度⁽¹⁶⁾ 30°C는 20°C 보다 齊一해진다는 成績을 參酌하여 著者는 前記한 設計에 依하여 飼育하였던바 飼料의 水分率은 70%가 80%보다, 飼育溫度는 25°C가 30°C 보다 良好하여 水分率 70%의 飼料로 25°C에서 無菌飼育한 것이 그 成績이 가장 좋았다. (Photo 2) 飼育溫度 30°C는 25°C보다 누에의 發育은 促進시키지만 飼育適溫은 아니므로 桑葉育의 境遇와 같이 無菌飼育의 成績이 若干 떨어졌것이 아닌가 생각된다.

實驗 5

實驗 4를 反覆하여 水分率, 飼育溫度處理外에 飼料의 組成을 달리한 無菌飼育에서 A 組成 飼料는 飼育溫度가 適溫인 26°C에서는 飼料의 水分率이 높은것이 成績이 좋았고 30°C에서는 水分率이 낮은것이 成績이 좋았으나 B 組成飼料는 水分率이 낮은것이 成績이 좋았고 特히 飼育溫度 26°C는 30°C 보다 좋았다. 土屋⁽¹⁰⁾나 鷺田⁽¹³⁾의 飼料의 水分率이 높은것이 成績이 좋았다는 것은 防腐劑를 添加하지 않는 人工飼育에서 水分率이 높은 飼料로써 Vinyl isolator flexible plastic isolator 內에서의 忠爭育에서 얻어질수 있는 成績이라고 推測된다.

掃蠶後 3日째에 A 組成 水分率 80%의 飼料에서는 發黴하였으나 水分率 70%의 飼料에서는 發黴하지 않았으며 4日째에는 70%의 飼料에서도 發黴했다.

B 組成飼料의 5日째의 成績은 3日째의 成績과는 正反對의 結果를 가져온데 對해서는 注目하지않을 수 있겠다. 成績이 5日째부터는 3日째의 成績과는 正反對로 바뀌어서 飼育溫度 30°C가 26°C보다 成績이 좋았지만 飼料의 水分率은 내내 70%가 80%보다 成績이 좋은 結果를 나타내었다.

實驗 6

日本의 交雜種⁽⁹⁾과 原種⁽⁶⁾의 1~3 齡期 人工飼育의 實用化試驗과 같은 1~3 齡蠶의 人工飼育이라고 하겠다.

實驗 1~5의 結果를 應用한 實驗이라고 할 수 있겠으며 飼料組成, 飼育溫度, 除沙方法 등을 改善하여서 實施하였으므로 누에의 經過가 比較的 濟一했다고 생각된다.

9月 28日 2齡蠶, 10月 5日 現在 3齡 2日째의 飼育經過이다.

Table 3. Correlation between diets, water contents, rearing temperatures under the aseptic rearing.
(Results of after 3rd day from hatching)

Composition	water content	rearing temperature		reference
		26° C	30° C	
A	70%	(7) 4	(2) 1	Arabic numerals: order of results
	80	(1) 1 (F)	(8) 4 (F)	
B	70	(3) 2	(4) 2	Arabic numerals in the bracket: order of total results
	80	(6) 3	(5) 3	

(F): fung:

Table 4. Results of B diet 5th day after hatching.

composition	water content	rearing temperature		reference
		26° C	30° C	
B	70%	(1) 2	(2) 1	Arabic numerals: order of results. Arabic numerals in the bracket: order of results after 3 days from hatching.
	80	(4) 3	(3) 4	

3% sorbic acid 酸性白土 撒粉의 効果는 顯著했으며 人工飼育에서는 遲眠蠶이 있기 마련이나 이것을 撒粉하여 網階沙를 할수가 있으므로 防腐와 아울러 發育不齊蠶의 淘汰가 容易했다.

IV. 摘 要

飼料 組成에 乾物量의 半量가량 桑葉粉末을 混合하여 調製한 人工飼料育에서 좋은 成績은 얻지 못했다고 할 지라도 人工飼料育은 可能하며 앞으로의 研究에 期待한다. 特히 無菌飼育은 蠶絲科學 研究 發展에 貢獻할 수 있을 줄 생각된다.

- (1) 發育速度가 不振한것은 飼育溫度와 飼料의 物理的性質과도 關係가 있다고 생각되며 飼料의 水分率은 높고 누에의 飼育溫度는 攝食을 促進할수 있는 生理에 크게 害롭지 않는 適溫 乃至 30° C의 高溫이 좋다고 생각된다.
- (2) 無菌飼育蠶의 發育은 自然曝露의 人工飼育蠶보다 緩慢하며 이것은 防腐劑에 依한 障害라고 생각된다.

參 考 文 獻

- (1) 福田紀文 外 2人(1960): 日蠶雜 29(1)
- (2) 福田紀文(1960): 日蠶雜 29(1)
- (3) 福田紀文, 杉山多四郎 外 6人(1966): 1~2 齡 人工飼料 3 齡以後桑生葉による家蠶의 1 萬頭飼育成績. 日蠶雜 35(4) 283~285
- (4) 本屋慶三(1968): 蠶의 好きな桑葉成分 蠶絲科學と技術 (1) 60~65
- (5) 今井隆(1971): 人工飼料의 實用化研究 蠶絲科學と技術 (11) 20~24
- (6) 伊藤智夫 外 1人(1960): 日蠶雜 29(3) 191
- (7) 伊藤智夫, 田中元三(1962): 桑葉粉末さ含まない準合成飼料による蠶의 全齡飼育, 日蠶雜 31(1) 1~6
- (8) 伊藤智夫(1962): 無菌的方法による蠶의 飼育. 日蠶雜 31(1) 7~10
- (9) 伊藤智夫 外 4人(1965): 人工飼料による原蠶飼育 日蠶雜 35(5) 374~379
- (10) 伊藤智夫 外 2人(1967): Vinyl Isolator による家蠶의 無菌飼育 日蠶雜. 36(5) 409~412
- (11) 松原藤好, 本屋慶三(1967): 人工飼料による家蠶의 無菌飼育, 日蠶雜. 36(1) 39~46
- (12) 松田基一, 外 1人: (1966): 飼料植物さ含まめ人工飼料による蠶의 無菌飼育, 日蠶雜 35(5) 355~358

- (13) 松田基一, 松浦雄二(浦)(1957) : Flexible Plastic Isolator による家蠶の無菌飼育, 日蠶雑 36(5) 403~408
- (14) 森 精(1970) : 蠶による新生物學實驗 69. 三省堂
- (15) 土屋精三(1971) : 人工飼料の實用化研究 蠶絲科學と技術 (11) 24~27
- (16) 鷺田純彦(1971) : 人工飼料實用化の諸問題 蠶絲科學と技術 (3) 72~75
- (17) 横山忠雄(1964) : 人工飼料と今後の研究, 蠶絲科學と技術 (5) 10~10

Explanation of figures

Photo 1 4th instar 2 aseptic rearing 3 cocoon

