

누에 人工飼料의 cellulose源 開發에 관한 研究(Ⅱ)

金周浥 · 朴光義* · 成洙一* · 劉在福**

忠北大學,* 서울大學校 農科大學, **禮山農專

Study on the Extracted Cellulose Powder from Natural Resources for Artificial Diet of Silkworm, *Bombyx mori* (Ⅱ)

Joo Up Kim · Kwang E. Park* · Su Il Seong* · Jae Bouk Yoo**

Chung-buk College,* College of Agriculture, Seoul National University,

**Yesan Agricultural Junier College

Summary

This experiment was carried out to know relationship between economical characters and kinds of extracted cellulose powders, extracting methods and cellulose composition. The results obtained are summarized as follows;

1. Among the matters for cellulose resourses, mulberry branch is the most useful in economical characters such as larval weight, ratio of cocoon shell and mortality, followed by pine branch.
2. Though both PA-method and NaOH-treatment are equally effective in the larval growth, the latter may be more recommendable because of its economical convenience.
3. It may be desirable to add 15 to 22.5 per cent of cellulose powder per dry matter in the diet composition

I. 緒 言

누에의 人工飼料育은 1960年 吉田徳太郎⁽²⁰⁾가 桑葉粉末을 主體로 한 人工飼料組成으로 全齡飼育을 實驗的으로 成功한 以來 飼料組成의 改善 및 榮養에 關한 研究가 繼續됨에 따라 幼蟲의 成長과 繭質이 매우 向上되어 育種, 遺傳, 病理等의 研究에 應用하게 되었으며 最近에는 누에의 榮養生理에 對한 徹底한 研究로 因하여 人工飼料組成이 極히 改善되어 桑葉育에 比하여 거의 遜色이 없는 結果를 얻고 있으며 日本을 비롯하여 國內의 여러 研究機關에서 人工飼料育 實用化에 對한 研究가 活發히 進行되고 있는 것으로 알려져 있다. 人工飼料의 具備要件은 누에가 잘 攝食하고 調製가 容易하며 繭質이 良好하고 飼料價格이 低廉하여야 한다. 現在까지 開發된 多様な 飼料組成들은 위에 列擧한 要件을 거의 具備하고 있으나 飼料價節減對策이 確立되지 못하고 있는 實情이므로 今後의 研究課題로 남아 있다.

人工飼料組成分中에서 高價인 成分은 cellulose, 寒天, β -sitosterol等으로 이들을 값싼것으로 代置시키는

것이 飼料價格節減의 捷徑이라고 생각되며 아울러 人工飼料育의 蠶作安定對策이 講究되어야만 人工飼料育의 實用化가 보다. 앞당겨질 것으로 思料된다.

한편 이들 高價의 飼料成分中 cellulose개발에 關한 研究로서는 濱村⁽¹⁾, 嶋等⁽¹⁵⁾, 清水·伊藤,⁽¹⁶⁾ 牧野⁽⁶⁾ 등이 있으며 金⁽⁸⁾ 등은 前報에서 뽕나무가지, 미류나무가지, 이테리 포프라펠프, 리키다소나무펠프, 왕겨, 질, 톱밥등의 天然資源을 利用하여 누에 人工飼料의 cellulose 成分 代置 可能性을 실험 하던바, 이중 뽕나무가지가 가장 有效함을 발견하였고, 나아가서 이 뽕나무가지에 간단한 化學的인 처리를 통하여, 市販되는 化學 cellulose보다 누에 發育을 좋게하는 cellulose M3法을 개발, 發表하였다.

따라서 本 연구에서는 前報에 이어 水分保持劑 및 燕下因子로 사료에 첨가하고 있는 cellulose의 簡易한 造製方法, 첨가량의 적정 범위, 및 cellulose의 種類에 따른 생리적인 영향등에 關하여 실험을 계속하여 몇가지 期待되는 結果를 얻었으므로 그 성적의 일부를 보고 하는 바이다.

II. 材料 및 方法

供試蠶品種 : 잠 111×잠112

供試基本人工飼料組成 : 表 1과 같음

人工飼料調製는 알미늄통(10×6×3cm)에 乾飼料와 물을 表 1과 같은 比率로 混合한 것을 充分히 교반한 뒤 大豆油를 加하고 그것이 均等하게 섞일 程度로 교반한 것을 蒸煮器에 넣어서 15分間 煮沸하여 冷却시킨 것을 冷藏庫에 保管해 두고 5~6日間씩 給與하였다.

누에의 飼育은 自動溫度調節이 可能한 自製飼育箱(1.2×0.6×1.2m)에서 飼育溫濕度는 稚蠶期 29°C, 90~93% 壯蠶期 27°C, 85~88%로 調節하였으며 飼料給餌回數 1日 1回로 하였다. 飼育室은 3日에 1回씩 formalin消毒을 實施하였고 3~4時間 間隙으로 新鮮한 空氣를 送風하였다.

cellulose 種類別比較試驗은 뽕나무, 소나무, 나왕, 오리나무 및 포푸라나무의 cellulose를 NaOH 處理法에 依하여 調製한 것을 供試하였고 cellulose 調製法別試驗은 뽕나무와 소나무를 PA處理, NaOH 處理, 無處理로 區分하여 供試하였으며 cellulose添加量別 試驗은 基本飼料組成에서 cellulose 添加量만을 五段階로 調節하였다.

桑葉 및 cellulose粉末은 1~2齡에는 150mesh, 3~4齡에는 100mesh, 5齡에는 80mesh粉末을 使用하였으며 試驗區는 區當 50頭씩 三反覆으로 完全任意配置하였다

Table 1. Composition of the artificial diet.

Substances	1~3 instar	4~5 instar
Mulberry leaf powder	25 g	20 g
Starch	8	12
Agar	4	4
Buckwheat powder	6	6
Soybean powder	38	38
Cellulose	15	15
Soybean oil	1.5	1.5
Citric acid	0.3	0.3
Ascorbic acid	0.5	2
Sucrose	5	5
K ₂ HPO ₄	0.5	2.4
Panamycin	0.05	0.05
Hydroquinon	0.05	0.05
Propionic acid	1.5	1.5
β -sitosterol	0.2	0.2
Inositol	0.2	0.2
Vitamin B mixture	1	1
Sorbic acid	0.2	0.2
Water	300ml	300ml

III. 結果 및 考察

1. Cellulose種類別 飼育試驗

소나무, 뽕나무, 나왕, 오리나무, 포푸라나무의 蛹 蛹을 NaOH處理하여 얻은 cellulose를 基本飼料에 添加하여 만든 人工飼料로 全齡飼育을 實施하였다.

表 2에서 2齡 및 3齡起蠶率(初眠蠶出現後 30時間에 調査)은 顯著한 差異를 나타내고 있는바 對照區(市販精製品)가 大體로 가장 높은 傾向을 보여주고 있으며 對照區를 除外하면 2齡期는 뽕나무區가 78.4%로 가장 높고 3齡은 53.6%로 소나무區에 미치지 못하고 있으며 比較的 齊一한 것은 소나무區로서 2~3齡 共히 72% 이상을 나타내었고 포푸라區는 30%內外로 가장 떨어져 있다.

各齡別起蠶體重은 cellulose源^(10,18)에 따라 若干씩의 差異를 보여 주고있다. 體重은 對照區가 가장 무거운 便이고 對照區를 除外하고는 뽕나무區가 餘他區에 比하여 가장 무겁고 소나무區와 오리나무區는 비슷하며 포푸라區가 가장 가벼웠다.

減蠶比率는 蠶齡에 따라 差異가 있으나 全齡을 通해서 볼때 뽕나무區가 12.9%로 가장 낮고 對照區 13.1%, 소나무區 17.2의 順이며 포푸라區는 4齡期에 全減하였고 나왕區는 78.2%減蠶하였다.

全齡經過日數는 桑葉育에 比하여 4~7日가량 延長되는 傾向이 있으며⁽⁸⁾ 對照區는 28日 6時間으로 가장 짧고 뽕나무區가 28日 12時間으로 그 다음이며 소나무區 오리나무區가 各各 29日 程度로 나타났다.

健蛹比率과 單繭重은 對照區, 뽕나무區, 오리나무區 소나무區의 順이며 繭層比率는 對照區 18.83%, 뽕나무區 18.46%, 소나무區 18.14%로 大體적으로 매우 貧弱한 便이 있다.

2. Cellulose調製法別 飼育試驗

뽕나무와 소나무 cellulose를 PA處理, NaOH處理, 無處理의 三方法으로 造製하여 供試한 結果는 表 3과 같다.

表 3을 보면 起蠶率은 뽕나무, 소나무 兩區의 PA區와 NaOH區 사이에 顯著한 差異를 찾아 볼 수 없으며 對照區에 比하여 거의 遜色이 없는 반면 無處理區는 매우 低調한 傾向을 보이고 있다.

起蠶體重에 있어서는 對照區, 뽕나무 NaOH區, 소나무 PA區는 거의 비슷하게 무거운 便이고 뽕나무 PA區와 소나무 NaOH區는 若干 가볍게 나타났으며 소나무 無處理는 거의 攝食하지 않는 狀態였다^(1),19)

5齡最盛蠶體重은 對照區 4.481g이 가장 무겁고 소나무 PA區 4.452g, 뽕나무 NaOH區 4.386g의 順으로 나타났고 뽕나무無處理는 3.125g였다.

Table 2. Relationship between economical characters and extracted cellulose powder

Item		2nd instar			3rd instar			4th instar	
		Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Wt. of moulted silkworm	Mortality
Kind of celluloses		%	mg	%	%	mg	%	mg	%
Pine tree		72.3	6.4	4.4	72.9	66	4.1	112	2.1
Mulberry tree		78.4	6.8	4.7	53.6	29	2.0	124	0
Lauan		74.7	5.6	10.3	45.9	27	6.6	106	23.8
Alder tree		62.3	6.0	6.3	61.7	23	4.2	118	4.6
Popular		32.4	5.6	12.7	21.6	21	47.7	92	39.6
Control		80.6	6.9	5.2	74.6	34	2.3	131	1.3

Item		5th instar			Mortality of larval stage	Duration of larvae	Pupation ratio	Wt. of a cocoon	Ratio of cocoon shell
		Wt. of moulted silkworm	Wt. of fully grown larva	Mortality					
Kind of celluloses		g	g	%	%	dh	%	g	%
Pine tree		0.625	3.53	6.6	17.2	29.2	84.6	1,495	18.14
Mulberry tree		0.647	4.21	4.2	10.9	28.12	90.0	1,621	18.46
Lauan		0.516	3.13	37.5	78.2	31.8	78.1	1,096	14.32
Alder tree		0.626	4.01	11.9	27.0	29.6	81.5	1,532	17.64
Popular					100				
Control		0.676	4.24	2.6	13.1	28.6	89.6	1,697	18.83

Table 3. Relationship between economical characters and extracting methods of cellulose powder.

Item		2nd instar			3rd instar			4th instar	
		Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Ratio of moulted silkworm	Wt. of moulted silkworm	Mortality	Wt. of moulted silkworm	Mortality
Treatment		%	mg	%	%	mg	%	mg	%
Mulberry tree	PA	82.0	7.1	2.3	75.0	31	8.1	133	6.6
	NaOH	80.3	6.9	4.7	79.1	29	6.2	136	8.6
	Non-tr.	76.6	5.8	8.3	43.4	24	13.0	98	17.5
Pine tree	PA	84.3	7.3	0.7	80.0	38	4.0	140	8.1
	NaOH	86.7	7.1	2.3	73.4	33	8.1	131	4.4
	Non-tr.	6.3	4.3	100					
Control		79.7	7.3	2.0	81.3	33	3.7	148	6.3

Item		5th instar			Mortality of larval stage	Duration of larvae	Pupation ratio	Wt. of a cocoon	Ratio of cocoon shell
		Wt. of moulted silkworm	Wt. of fully grown larva	Mortality					
Treatment		g	g	%	%	dh	%	g	%
Mulberry tree	PA	0.732	4.137	9.5	26.5	29.12	81.57	1,416	17.96
	NaOH	0.754	4,386	2.4	21.9	28.15	82.50	1,589	18.34
	Non-tr.	0.567	3.125	37.2	76.0	32.10	58.33	0.884	1.42
Pine tree	PA	0.785	4,452	6.8	19.6	28.8	85.36	1,562	18.17
	NaOH	0.701	4,204	11.6	26.4	29.5	78.94	4,121	18.08
	Non-tr.				100				
Control		0.800	4,481	3.7	15.7	28,10	91.50	1,567	18.91

Table 4. Relationship between economical characters and composition of cellulose powder.

Item	5 days after hatching		10 days after hatching		15 days after hatching		20 days after hatching		Wt. of fully grown larva	Mortality of larval stage	Pupation ratio	Wt. of cocoon	Ratio of cocoon shell
	Wt. of silk-worm	Mortality	Wt. of silk-worm	Mortality	Wt. of silk-worm	Mortality	Wt. of silk-worm	Mortality					
Cellulose	%	mg	%	mg	%	mg	%	g	%	g	%	g	%
0	4.2	22.2	17	71.7	53	6.1				100			
7.5	6.4	8.3	35	4.3	112	4.5	0.948	2.3	3.85	19.4	86.84	1.236	16.32
15.0	6.2	6.5	37	2.1	135	0	0.702	2.1	4.22	10.7	90.69	1.624	18.47
22.5	5.8	10.3	34	2.2	127	2.3	0.679	0	4.16	15.5	92.50	1.516	17.63
30.0	5.1	14.2	30	6.9	102	5.0	0.513	5.2	3.37	31.6	82.35	1.441	16.75

減蠶比率는 소나무無處理는 3齡期에 全滅하였고 뽕나무無處理는 52% 餘他區는 20%內外를 나타내었다.

全齡經過日數는 소나무 PA區가 28日 8時間으로 가장 짧고 對照區 28日 10時間이 다음이고 뽕나무 NaOH區는 28日 15時間으로 약간 더 길었으며 뽕나무 無處理는 32日 10時間으로 가장 길었다.

繭重과 繭層比率는 對照區, 뽕나무 NaOH區 및 소나무 PA區가 서로 비슷하며 소나무 NaOH區, 뽕나무 PA區의 順으로 나타났으나 全般的으로 매우 낮은 便이다

3. Cellulose添加量의 差異에 따른 影響

基本飼料組成에 cellulose의 添加量을 0, 7.5, 15, 22.5, 30%의 5段階로 區分하여 飼育한 結果는 다음과 같다.

表 4를 보면 掃蠶 5日後의 蠶體重은 7.5% 添加區가 6.4mg로 가장 무거우며, 15%區, 22.5%區, 30%區, 無添加區의 順으로 나타났으나 掃蠶 20日後에는 順序가 조금 바뀌어져서 15%區가 0.702g로 가장 무겁고 그다음이 22.5%區의 0.679g이고 7.5%區는 0.648g으로 後期成長이 떨어져 있는 것을 볼 수 있다.

減蠶比率는 掃蠶 5日後에 가장 높고 蠶齡이 進行됨에 따라 차츰 低下하고 있으며 無添加區는 掃蠶 15日後에 全滅하였다.

15%區는 蠶體重, 健蛹比率, 繭層比率等이 가장 높고 減蠶比率는 가장 낮아서 다른區에 比하여 가장 優秀한 便이며 22.5%도 매우 좋은 結果를 나타내고^(10,12) 있는 것으로 보아 cellulose의 最適添加量은 15~22.5%範圍內에 있는 것으로 推測된다.

上記한 세가지 實驗을 綜合적으로 考察해 보면 人工飼料에 添加할 cellulose는 造製方法이 簡便하여 安價로 生産할 수 있고 누에의 成長을 阻害하지 않는 cellulose를 開發하여 飼料價格을 低下시키는 것이 重要한 課題라고 생각되기 때문에⁽⁸⁾ 苧질, 왕겨, 보리질, 소나무, 뽕나무, 나왕, 오리나무, 포푸라等を PA法 및 NaOH 處理法으로 調製한 cellulose를 添加한 飼料로 全齡飼育試驗을 行한 結果 가장 期待할 수 있는 cellulose源은 뽕나무와 소나무로서 市販精製品 cellulose添加區와

거의 비슷한 飼育成績을 나타내고 있으므로 高價의 精製 cellulose와 代置될 만한 可能性을 보여 주었으며 調製方法은 cellulose種類에 따라 약간의 相異點도 없지 않으나 大體로 값이 싸고 簡便한 NaOH 處理法이 無難할 것으로 밝혀졌다.

또한 cellulose의 添加量適正範圍는 乾物量으로 15~22.5%範圍로 나타났지만 齡期別添加量試驗을 行하지 못했기 때문에 이 實驗結果만으로 添加量範圍를 定하기에는 약간 無理가 뒤따를 것으로 생각되므로 좀더 깊은 研究가 이루어져야 確實한 範圍가 밝혀질 것으로 思料된다.

IV. 摘 要

누에의 人工飼料에 添加하는 cellulose의 種類別 調製方法 및 添加量別로 飼育試驗을 行한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 供試한 cellulose 中에서는 뽕나무 cellulose가 蠶體重과 繭層比率이 높고 減蠶比率는 낮으며 經過日數도 짧아서 가장 優秀하고 그 다음이 소나무 cellulose로서 뽕나무 cellulose와 거의 비슷한 飼育成績을 나타내었다.

2. Cellulose調製方法은 PA法이나 NaOH處理法이나 서로 비슷한 飼育成績을 나타내었으며 cellulose源에 따른 差異도 거의 認定되지 않았으나 無處理 cellulose는 極히 不良하였다.

3. 人工飼料에 添加하는 cellulose의 量은 乾物飼料의 15~22.5%範圍가 適當한 것으로 나타났다.

參 考 文 獻

- (1) 浜村保次(1975): カイコの人工飼育への道, みすず書房, 東京.
- (2) HAMAMURA, Y.K., NAIJO, K., HAYASHIYA, K., MATSUURA and J. NISHIDA (1962): Food selection by silkworm larvae, Nature, 194, 754~755.
- (3) NORIE, Y. and T. ITO (1963): Vitamin require-

- ments of the silkworm. *Nature*, 197, 98~99.
- (4) Iro, T. (1960) : Effect of sugar on feeding of larvae of the silkworm, *Bombyx mori*, *J Insect physiol*, 5, 96~107.
- (5) 伊藤智夫, 堀江保宏, 渡邊喜二郎 (1972) : 準合成飼料による家蠶の全齡飼育, 特に成長に及ぼす飼料成分の量の影響について, 蠶試報告 25, 205~230.
- (6) 飯塚敏彦, 堀江保宏, 瀧澤義郎(1969) : 人工飼料に2・3の防腐剤・抗生物質を加えた場合の蠶腸内細菌相, 日本蠶絲學會 第39回 學術講演要旨 : 39
- (7) KAMIOKA, S., MUKAIYAMA, F., TAKEIT, T and IRO, T. (1971) : Digestion and utilization of artificial diet by the silkworm, *Bombyx mori*, with special references to the efficiency of the diet at varying levels of dietary soybean meal. *J. Sericult. Sci. Japan*, 40, 473.
- (8) 金周洵, 朴光義, 成洙一, 劉在福 (1977) : 누에 人工飼料의 cellulose源 開發에 관한 研究(I), 韓蠶誌 19(前報).
- (9) 牧野和夫 (1972) : 日本國特許廳, 特許公報, 特許出願公告, 昭47-17813, 45-46.
- (10) 向山文雄, 伊藤智夫(1962 b) 人工飼料による蠶の消化試験(Ⅱ) 飼料に添加したセルロース粉末の影響, 日蠶雜, 31, 398-406.
- (11) 三好健勝, 宮澤福壽(1967) 蠶の人工飼料に関する研究・第1報 稚蠶期人工飼料, 壯蠶期桑葉給與の蠶兒飼育體系, 群馬蠶試報告 39, 31~35.
- (12) 村越重雄, 今井隆 (1969) 人工飼料組成に関する試験, 昭和 43年度 神奈川蠶せ成績概要 292-304.
- (13) 鷺田純彦, 關稔 (1971) : 人工飼料における飼育環境の検討(Ⅱ) 飼育湿度が蠶に及ぼす影響, 愛知総合農試研究報告 D. 2, 15-22.
- (14) 關稔, 鷺田純彦 (1971) : 人工飼料における飼育環境の検討(Ⅲ) 4・5齡期の飼育適温について, 愛知縣農總時報 D. 2, 23-28.
- (15) 嶋萬治郎, 矢澤盈男, 山下忠明, 關留吉(1973) 家蠶人工飼料の組成改善, とくに人工飼料用桑葉の質的條件の検討 および家畜料原料の利用について, 蠶絲試驗場彙報 96, 21-39
- (16) 清水正徳, 伊藤知夫(1973) 蠶の人工飼料による大量飼育に関する研究, 蠶絲試驗場彙報, 96, 1-6.
- (17) 竹田好武, 高坂孝義, 上田 悟(1964a) 4・5齡期の給桑回数と食下量, 消化量の関係, 蠶試彙報 84, 13-19.
- (18) 鴻 萬治郎, 關 留吉, 矢澤盈男 (1968) : 家蠶用合成飼料の調製, 蠶試報, 22, 403-408.
- (19) 渡邊喜二郎, 中曾根正一, 堀江保宏家(1971) : 蠶幼蟲の各齡期におけるビタミン群缺乏の影響について, 日蠶雜 40, 56~60.
- (20) 吉田徳太郎, 松岡道夫, 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, 蠶試報告, 15, 543~586.