

누에의 人工飼料 組成成分中의 炭水化物源에 關한 研究

金 周 湜

忠北大學校 農科大學

Studies on the Carbohydrate-resources among the Composition of Artificial Diet for for the Silkworm, *Bombyx mori* L.

Joo up Kim

College of Agriculture, Chungbuk National University,
Cheongju 310, Korea

Summary

In order to investigate a suitable carbohydrate-resources and the activities of starch decomposing enzymes in artificial diet of silkworm, the experiment was undertaken by adding eight kinds of starch in the diet of silkworm.

Major characters and zymograms of amylase in body organs were studied by electrophoresis. The results obtained are as follows:

1. Starches of rice, barey and millet were comparatively good for maintaining practical characters of silkworm.
2. It is assumed that no treatments are need to increas purity of starch resources for artificial diet of silkworm. It was found that starch amounts adding to artificial diet are moeerate ranging 12 to 18 percent as dry weight.
3. Regardless of kinds of starch and varieties of silkwormr sametype of electrophoresis zymogram for amylase was resulted as three bands in hemolymph, four bands in intestine and two bands in intestine and two bands in silkglad. There was no band in the digestive juice.

In case of 18 percent addition of starch and check plots, no amylose change was investigated in the hemolymph.

緒 言

누에의 飼育에 있어서 뽕잎이 아닌 다른 飼料로 누에를 飼育해 보려는 試圖은 일찌기 두가지 方向으로 檢討되어 왔다. 그 中에 하나는 各種 物物葉에 對한 누에의 攝食性이 多角의으로 研究되어 왔으나 實用性이 認定되는 植物은 한가지도 發見되지 아니하였다. 또하나는 近來 昆蟲榮養學의 發達과 더불어 누에의 人工飼料研究가 活發히 進行되어 1960年 吉田, 伊藤等이 各各 獨自의으로 全齡人工飼料育에 成功하여 貧弱하기는 하지만 蛋繭을 얻을 수 있었다는 事實은 人工飼料의 實用可能性과 養蠶業의 劃期的 變換을 示唆해 주고 있다.

누에의 人工飼料育에 對한 本格的인 研究는 HAMA-MURA et al(1962), 浜村(1975)에 의하여 누에의 攝食機構가 解明되고 伊藤(1961), 荒井(1963), 三好와 營澤(1967), 飯塚와 堀江(1970), 新村(1972), 嶋等(1973)에 의하여 누에의 營養要求性이 究明됨에 따라 人工飼料組成이 改良되어 最近에는 桑葉育에 比하여 거의 遜色이 없는 蠶繭을 얻고 있으므로 누에人工飼料가 實用的 見地에서 注目을 끌게 되었다.

現在 누에人工飼料의 實用化過程에서 가장 緊要한 當面課題로 擡頭되고 있는 것은 飼料價節減問題이다. 嶋等(1973)은 누에人工飼料價格을 節減시킬 目的으로 一般家畜飼料原料인 옥수수, 밀기울, 쌀겨, 廢糖蜜 및 乾燥酵母等을 누에의 人工飼料組成成分으로한 飼育試驗에서 大豆粉末과 감자澱粉을 主體로한 飼料에 比하여

別差異가 없었고 그 飼料에 對한 忌避性도 거의 나타나지 않았으므로 蛋白質, 炭水化物, 脂肪等의 重要營養分을 缺한 飼料資源으로 代替할 수 있는 可能性을 提示하였다.

누에人工飼料組成成分中에서 蛋白質 및 脂肪源에 對하여 伊藤와 田中(1962), 堀江과 渡邊(1969), 伊藤과 向山(1970), Kimioka(1971), 金(1977) 등은 大豆粉末을 主體로 한 人工飼料組成이 飼育結果도 優秀하고 飼料價도 아주 低廉할 뿐만 아니라 飼料資源도 豊富한 大豆粕의 活用이 期待된다고 하였다.

炭水化物源에 對한 研究는 蛋白質과 脂肪源만큼 進拓되어 있지 않은 것으로 알려져 있다. 平塚(1925)는 桑葉에 葡萄糖 또는 蔗糖을 添加하여 給與하면 血液의 還元糖이 增加하는 事實을 證明하였으며 福田(1960)는 葡萄糖(5%), Yamata et al(1967)은 감자 및 高구마澱粉(15%), 新村(1927)는 옥수수澱粉을 添加한 人工飼料로 누에를 飼育하여 매우 좋은 結果를 얻었다.

한편 蠶體內에서 炭水化物的 分解吸收過程에 對하여 Frenkei, G(1940)는 多糖類의 分解酵素는 消化管組織內에 存在하고 糖質中에서 營養價가 認定되지 않는 것은 對應하는 分解酵素의 存在가 認定되지 않기 때문이라고 하였다. 蠶體內에서 多糖類의 利用이 消化液 amylase의 有無에 의하여 如何히 달라지는가를 Mukaiyama et al(1964)은 血液 trehalose와 脂肪體 glycogen 量의 測定을 通하여 調査한 結果 amylase活性이 높은 系統에 있어서는 糊精이나 澱粉을 經口給與한 後에 血液 trehalose와 脂肪體 glycogen은 顯著히 增加하였지만 amylase를 欠한 系統에 있어서는 全然 增加하지 아니하였다. 또한 amylase活性을 가지지는하나 弱한 系統에서는 trehalose 및 glycogen의 增加量이 아주 적었다고 報告하였다.

한편 松村(1951)는 누에의 消化液 amylase에 關한 試驗에서 누에의 系統에 따라서는 消化管內에 amylase를 가지는 것과 그것이 欠與되어 있는 것이 있는데 消化液 amylase活性이 欠與되거나 弱한 것은 活性이 강한 것과 對立形質을 이루고 單純劣性(ae)으로서 遺傳한다. amylase 遺傳子 +ae를 갖는 系統에 있어서도 活性의 強弱에는 顯著한 差異가 나타났으며 amylase ae遺傳子를 가지는 系統에 있어서도 희미하기는 하지만 活性을 나타내는 것도 있으며 또한 消化管組織의 糖質分解酵素活性은 對應하는 基質을 經口的으로 增給 시킴에 따라 增大한다는 事實이 判明되었다.

Ito(1967)는 누에에 對한 炭水化物的 營養價 比較試驗에서 葡萄糖, 果糖, 蔗糖, 麥芽糖 등은 相對的營養價가 높으나 多糖類의 澱粉과 糊精은 相對的營養價가 매

우 낮거나 거의 認定되지 않는 境遇가 있었고 누에人工飼料의 澱粉含量은 5~25%範圍에서는 含量이 높을수록 飼料効率が 높아져서 25%가 가장 좋았는데 누에는 澱粉의 一部分만 消化吸收하는 것으로 밝혀졌으며 含量이 많은 人工飼料는 적은 것보다 飼料가 약간 더 단단하여 物性이 좋아진다고 하였고, 瀧江等(1973)은 人工飼料組成改善試驗에서 澱粉의 添加量은 乾物重으로 11~16%가 藪重과 藪層比率이 높다고 報告하였다.

本研究에서는 누에人工飼料의 必須營養分 炭水化物源中에서 實用的이고 經濟性이 있는 澱粉을 찾아내어 人工飼料價格을 節減시키고 飼料効率을 높일 目的으로 8種의 澱粉을 두가지 方法으로 調製하여 種類別로 飼育試驗을 行하는 한편 澱粉의 適正添加量試驗을 併行하였다. 또한 澱粉의 分解酵素인 amylase의 活性을 把握하기 위하여 蠶體內의 主要組織 器官을 電氣泳動法에 의하여 活性帶를 分析 檢討하였다.

本研究는 社團法人 產學協同財團의 研究費 支援에 의하여 遂行되었는나 同財團의 協助에 깊은 謝意를 表한다.

材料 및 方法

供試蠶은 잠113×잠114 및 잠117×잠118 두 品種으로 하고 供試飼料는 표 1과 같은 飼料組成에 쌀, 보리, 밀, 조, 옥수수, 수수, 감자 및 高구마를 乾燥시켜 아무런 處理를 加하지 않고 粗雜한 狀態로 調製한 澱粉과 위의 各澱粉 100g에 0.5%의 수산화나트륨용액 200ml을 加하여 1晝夜 放置하는 過程을 2回反覆하고 깨끗한 물로 수산화나트륨이 完全히

Table 1. Composition of diet for silkworm

Substance	100(g)	
	Dry matter(g)	
	1st~3rd instar	4th~5th instar
Mulberry leaf powder	50	20
Starch		
Soybean meal, defatted	17	30
Agar	10	10
Cellulose powder	10	17
Citric acid	1	1
Ascorbic acid	2	2
Sugar	5	5
Vitamin Bmixture	added	added
Antiseptic	added	added
Dist. water	300ml	300ml

있어질 때까지 행겨낸 다음 80°C에서 乾燥 粉碎한 澱粉을 乾物重으로 各 12.5%씩 基本飼料에 添加하였고 한편 澱粉添加量試驗에서는 옥수수 및 감자 澱粉을 6%, 12%, 18%의 3區로 區分하여 人工飼料을 調製하였다.

飼育은 自動溫度調節飼育箱에서 飼育溫濕度는 稚蠶期 28~29°C, 90~95%, 壯蠶期 26~27°C, 85~90%로 調節하고 給餌回數는 稚蠶期는 齡中 1回 壯蠶期는 1日 1회로 調節하면서 各齡起蠶率과 起蠶體重을 비롯한 主要形質을 調査하였다.

主要組織器管의 電氣泳動은 田中(1976), 吉武(1965)의 方法을 應用하여 누에의 消化液, 體液, 中腸 및 絹絲腺의 amylase 活性을 다음과 같이 調査하였다. agarose gel板은 agarose 1.5g와 polyvinylpyrrolidone 1.5g에 蒸溜水 100ml을 加하고 다시 0.3M磷酸緩衝液(pH 6.8) 100ml을 加하여 蒸蒸器에서 充分히 끓인 後 8×12cm의 유리板에 9ml씩 分注하여 gel의 두께를 0.9mm로 만들었다.

泳動試料의 造作은 消化液은 口器部位를 핀셋으로 刺戟하여 消化液을 吐出시키고 體液은 腹肢를 切斷하여 流出시켰으며 中腸과 絹絲腺은 不純物을 除去한 後 磨碎하여 磨碎液을 만든 다음 各各 길이 1cm程度로 切斷한 木綿絲에 試料을 吸收시켜 gel板이 凝固하기 始作할때 木綿絲를 適當한 間隙으로 排列 埋沒하였다. 泳動槽의 緩衝液은 vernal鹽酸緩衝液(pH 8.6, ion濃度 0.05μ)을 使用하였고 gel板은 試料에 가까운쪽에 陰極을, 먼쪽에 陽極을 連結하고 150volt의 定電壓으로 70分間, 5°C冷藏庫에서 電氣泳動을 行하였다. 泳動完了後에 gel板을 可溶性澱粉溶液(澱粉濃度 5mg/ml, pH 6.8, NaCl濃度 50mM)에 15分間 浸漬하고 37°C 恒溫器에 60分間 保護한 後 0.02N沃素溶液을 gel板 全面에 噴霧하여 amylase活性帶를 檢出하고 gel板은 60°C에서 乾燥하였다.

結果 및 考察

1. 澱粉種類別 人工飼料育試驗

澱粉源에 따른 누에의 攝食性과 實用形質을 調査한 結果는 表 2 및 表 3과 같다.

表 2에서 2齡起蠶率은 蠶品種間 澱粉純度間에 有意差가 認定되었다. 即 3區 113×114區는 3區 117×118區보다 平均起蠶率이 훨씬 높은 편이며 澱粉純度別로는 3區 113×114의 各區間에는 別差異가 없으나 3區 117×118의 各區間에 있어서는 純品區가 粗品區에 比하여 매우 높은 傾向을 나타내고 있다. 또한 澱

粉種類別 2齡起蠶率은 蠶品種에 따라 相當한 差異를 나타내었다. 3區 113×3區 114區의 粗品에서는 쌀, 보리 수수澱粉區가, 純品에서는 쌀, 고구마, 수수澱粉區가 餘他區에 比하여 매우 높은 傾向을 나타내었으나 3區 117×3區 118 區에서는 粗品은 밀, 보리, 옥수수澱粉區가, 純品에서는 보리, 쌀, 고구마澱粉區가 높게 나타났다. 이와같이 蠶品種에 따라 澱粉純度 및 澱粉種類에 對한 누에의 攝食性이 一定한 傾向을 나타내지 않는 것은 高宮(1968), 長島(1969), 中村(1973), 清水와 松野(1975) 및 山本等(1977)의 研究에서 밝혀진 바와 同一한 現象으로서 人工飼料組成에 따라 攝食性에 顯著한 差異가 나타나는 것은 蠶品種固有의 特性이라고 볼 수 있다.

3齡과 4齡起蠶率도 大體로 2齡起蠶率과 비슷한 傾向을 나타내고 있으나 3區 117×3區 118區는 누에나이가 進行됨에 따라 起蠶率이 漸次 높아지는 傾向을 보여주고 있으며 한편 澱粉種類에 따른 起蠶率은 누에나이의 進行과 더불어 多少의 變動이 생겨 一定한 傾向으로 나타나지 않고 있다. 5齡起蠶率에 있어서는 2~4齡期까지 起蠶率이 높았던 3區 113×3區 114區가 5齡期에는 3區 117×3區 118區에 比하여 도리혀 조금 낮아지는 傾向을 나타내고 있는데 이러한 現象은 누에의 人工飼料에 對한 適應이라고 볼 수 있다(Hamamura, 1962; 金, 1979)

起蠶體重은 2~5齡期에 걸쳐 다 같이 3區 113×3區 114 區에 比하여 3區 117×3區 118區가 더 무거운 傾向을 보여 주고 있으며 澱粉純度에 따른 蠶體重의 差異에는 有意성이 認定되지 않으나 두 品種은 다 같이 4~5齡期에 純品이 粗品에 比하여 조금 더 무거운 傾向을 나타내었다. 또한 澱粉種類別로 보면 3區 113×3區 114의 粗品區에서는 조, 고구마, 쌀澱粉區가, 純品區에서는 감자, 수수, 옥수수澱粉區가 起蠶體重在 무거운 편이며 3區 117×3區 118의 粗品區에서는 조, 감자, 밀澱粉區가, 純品區에서는 밀, 수수, 쌀澱粉區가 餘他區에 比하여 조금 더 무거운 傾向을 보이고 있다.

各齡起蠶率과 起蠶體重을 連關시켜 考察해 보면 起蠶率과 起蠶體重은 一般的으로 正의 相關關係가 認定된다고 報告된바도 있으나(伊藤와 田中, 1962; 瀧江等 1973; 金, 1980) 本試驗에서는 그와 같은 一定한 傾向을 찾아볼 수가 없다. 起蠶率은 攝食性과 깊은 關係를 가지는 것은 分明하지만 起蠶率과 消化率과의 關係는 蠶品種이나 個體에 따라 반드시 正의 相關이 成立되지 않을수도 있기 때문에 體重的 增加는 消化率의 相異에 따라 增減될 수 있을 것으로 推測된다. 그리고 起蠶率이 높고 起蠶體重在 무거운 區는 3區 113×3區 114區에

Table 2. Effect of starch-resources on the ratio of moulted silkworm and weight of moulted silkworm in the rearing with artificial diet for the silkworm.

Variety	Purity	Starch	Ratio of moulted silkworm(%)				Wt. of moulted silkworm(mg)			
			2nd instar	3rd instar	4th instar	5th instar	2nd instar	3rd instar	4th instar	5th instar
Jam 113×Jam 114	Coarse	Ri	98	94	92	96	6.9	32.5	237	900
		Ba	92	96	78	84	6.8	28.6	235	851
		Wh	66	92	86	78	6.9	33.1	248	899
		It	88	84	80	84	6.7	32.2	225	938
		Co	88	98	96	70	6.1	29.7	225	876
		So	94	92	80	80	7.1	34.6	242	865
		Po	80	90	94	72	6.3	29.8	210	795
		Sw	90	90	80	32	5.9	26.2	234	909
	Con	96	90	94	76	7.6	37.7	211	873	
	Pure	Ri	96	94	92	52	6.8	29.2	260	816
		Ba	84	84	82	78	6.6	29.1	231	879
		Wh	58	92	84	72	6.4	28.8	232	882
		It	82	90	88	74	6.5	28.9	251	874
		Co	84	92	82	84	5.3	27.7	250	996
		So	86	68	56	84	6.3	29.4	253	1,054
		Po	82	82*	70	84	8.1	38.7	255	1,070
Sw		92	82*	84	82	6.5	30.2	250	744	
Con	92	92	92	80	8.1	36.5	254	928		
Jam 117×Jam 118	Coarse	Ri	44	78	64	86	7.5	34.2	260	855
		Ba	68	90	96	74	7.0	33.4	262	970
		Wh	74	94	90	84	6.2	29.9	287	982
		It	50	80	66	88	7.5	31.2	266	1,040
		Co	54	92	94	76	7.3	33.6	275	923
		So	30	94	92	62	7.8	34.7	257	873
		Po	24	80	62	84	7.0	33.6	245	858
		Sw	42	80	76	78	7.5	34.1	206	1,031
	Con	96	90	94	76	7.6	37.7	211	873	
	Pure	Ri	74	84	76	78	7.1	33.6	278	1,045
		Ba	84	88	86	82	7.3	34.2	224	996
		Wh	50	78	78	76	7.7	36.4	265	1,079
		It	52	96	72	78	6.9	29.8	275	881
		Co	40	86	80	82	7.0	30.2	270	884
		So	40	54	54	90	6.8	29.8	259	1,076
		Po	42	90	88	74	7.9	33.7	241	952
Sw		74	78	80	82	7.6	35.2	267	961	
Con	92	92	92	80	8.1	36.5	254	928		

Note: Ri-Rice, Ba-Barley, Wh-Wheat, It-Italian millet, Co-Corn So-Sorghum, Po-Potato, Sw-Sweet potato, Con-Control

있어서는 粗品區는 쌀, 보리, 조澱粉區, 純品區에서는 옥수수, 감자, 보리澱粉區이고, 잠 117×잠 118區에서는 粗品區는 조, 옥수수, 고구마, 純品區에서는 쌀,

보리, 고구마澱粉區로 나타났으나 그 差異는 僅少하였다.

한편 澱粉의 種類에 따른 누에의 實用形質을 調査한

Table 3. Effect of starch-resources on the major quantitative characters in the rearing with artificial diet for the silkworm.

Variety	Purity	Starch	Wt. of fully grown larvae (g)	Ratio of pupation (%)	Wt. of cocoon (g)	Wt. of cocoon shell (g)	Ratio of cocoon shell (%)	Duration of larvae (day)
Jam 113×Jam 114	Coarse	Ri	5.0	100	1.72	0.29	17.4	26.4
		Ba	5.5	100	1.58	0.26	17.0	27.0
		Wh	5.0	100	1.68	0.27	16.2	26.4
		It	4.7	100	1.53	0.23	15.5	26.7
		Co	6.3	98	1.57	0.31	19.6	25.8
		So	5.2	100	1.54	0.27	17.6	25.1
		Po	4.8	100	1.72	0.29	16.9	27.0
		Sw	5.6	100	1.80	0.3	16.7	27.0
	Con	5.1	100	1.52	0.28	18.6	25.5	
	Puri	Ri	4.7	100	1.82	0.29	16.1	26.1
		Ba	5.9	100	1.70	0.27	16.3	26.7
		Wh	5.1	100	1.71	0.27	15.7	25.8
		It	5.1	100	1.66	0.29	17.4	27.0
		Co	6.3	100	1.76	0.31	17.9	27.0
		So	4.9	100	1.58	0.30	18.4	25.6
		Po	5.7	98	1.72	0.27	16.1	25.8
Sw		5.5	100	1.81	0.31	17.2	28.0	
Con	4.1	100	1.48	0.27	18.6	25.5		
Jam 117×Jam 118	Coarse	Ri	5.6	100	1.67	0.30	17.8	27.7
		Ba	4.8	100	1.72	0.27	17.9	26.4
		Wh	5.8	100	2.03	0.31	15.7	27.0
		It	6.1	100	1.63	0.29	18.0	24.8
		Co	5.5	100	1.98	0.28	14.4	25.0
		So	5.7	100	1.63	0.25	15.7	25.0
		Po	5.3	94	1.72	0.28	16.4	26.1
		Sw	5.8	100	1.71	0.27	15.8	26.7
	Con	5.1	100	1.52	0.28	18.6	25.5	
	Pure	Ri	6.3	100	1.97	0.42	21.5	27.7
		Ba	4.9	100	1.81	0.27	15.1	27.0
		Wh	6.4	100	1.71	0.30	17.5	26.4
		It	5.9	100	1.71	0.31	18.3	26.7
		Co	5.5	98	1.87	0.30	16.3	26.7
		So	6.0	100	1.72	0.30	17.9	26.7
		Po	5.0	100	1.86	0.30	17.4	25.9
Sw		4.6	100	1.64	0.27	16.4	27.8	
Con	4.1	100	1.48	0.27	18.6	25.5		

結果는 표 3과 같다.

표 3을 보면 成長極度蠶體重은 蠶品種間 및 澱粉純度間에는 有意성이 認定되지 않으나 澱粉種類間에는 有意성이 認定되고 있다. 成長極度體重在 가장 무거운 澱粉區는 잠 117×잠 118의 純品 밀澱粉區 6.4g이며

다음 6.3g을 나타낸 것은 잠 113×잠 114의 粗品 옥수수澱粉區와 純品 옥수수澱粉區 그리고 잠 117×잠 118의 純品 쌀澱粉區였다. 一般적으로 成長極度體重在 桑葉育에 比하여 0.5~1g가량 더 무거운 편이었다.

化蛹比率은 蠶品種間, 澱粉純度間 및 澱粉種類間에

有意성이 認定되지 아니하였고 大體로 95%以上을 나타내고 있다.

繭重에 있어서는 成長極度體重을 基準으로 해서 桑葉育의 成長極度體重과 比較하면 相對的으로 매우 가벼운 편이다. 單繭重이 가장 무거운 區는 잠 117×잠 118의 粗品, 澱粉區 2.03g이고 옥수수澱粉區 1.98g, 純品 쌀澱粉區 1.97g의 順으로 나타났다. 桑葉育蠶의 成長極度體重보다 더 무거운 傾向을 보여 주고 있는데 그와는 反對로 繭重은 더 가벼워지는 原因은 蠶體의 組織器官內의 水分含量이 桑葉育누에보다 높기 때문이라고 생각된다.

繭層比率는 蠶品種間 및 澱粉純度間에는 有意성이 없으나 澱粉種類間에는 有意성이 認定되었다. 即 잠 117×잠 118의 純品 쌀澱粉區는 21.8%로서 다른 區에 比하여 顯著하게 높은 높이며 잠 113×잠 114의 粗品 옥수수澱粉區 19.6%, 純品 수수澱粉區 18.4%, 잠117×잠 118의 純品 조澱粉區 18.3%의 順으로 桑葉育에 比하여 매우 낮은 傾向을 보여주고 있다. 繭層比率이 이처럼 低調한 理由는 絹絲腺細胞의 液狀絹 生成能力이 桑葉育누에에 比하여 多少 緩漫하기 때문이라고 推測된다. 即 蠶體內의 蛋白質分解酵素의 種類와 含量 또는 그 活性는 飼料源에 따라 相當한 差異가 生길 수 있으므로 人工飼料로 飼育한 누에에 있어서는 이들 酵素의 含量과 特히 活性이 桑葉育누에에 比하여 매우 低調하기 때문에 絹아미노산의 生産이 活潑하지 못하여 結果的으로 繭層量이 적어지게 되는 것으로 推理한 수 있을 것 같다.

全齡經過日數는 大體로 25~28日가량인데 가장 짧은 區는 잠 117×잠 118의 粗品 조澱粉區, 24.8日이고 가장 긴 區는 잠 113×잠 114 및 잠 117×잠 118 다 같이 純品 고구마澱粉區로서 28日 가량이다.

표 2 및 표 3을 連關시켜 檢討해 보면 澱粉의 純度는 높은 것이 조금 더 좋은 飼育結果를 나타내었으나

統計的 有意성은 認定되지 않았으므로 純度を 높이기 위한 處理加工에 經費를 投入하지 말고 穀物을 製粉하여 그대로 使用하는 것이 經濟性이 높을 것으로 判斷되며 供試한 8種의 澱粉中에서 起蠶率起蠶體重 및 各種實用形質이 比較的 優秀한 것은 蠶品種에 따라 多少 差異는 있으나 쌀, 옥수수 및 澱粉區의 順이다.

2. 澱粉含量別 人工飼料育試驗

감자 및 옥수수澱粉(純品)을 人工飼料乾物重으로 各 6%, 12% 18%씩 混合調製한 人工飼料로 누에를 飼育하여 얻은 結果는 표 4와 같다.

표 4에서 成長極度蠶體重은 옥수수澱粉區가 감자澱粉區에 比하여 약간 더 무거운 傾向을 나타냈고 無添加區는 顯著히 가벼워서 人工飼料組成成分으로서의 澱粉의 重要性을 立證해 주고 있다. 澱粉含量은 감자, 옥수수澱粉 다 같이 12% 및 18%區가 6%區보다 더 무거운 傾向이 뚜렷하다.

繭重에 있어서는 옥수수澱粉區가 감자澱粉區에 比하여 조금 더 무거운 편이며 澱粉含量別로는 蠶體重과 마찬가지로 12% 및 18%區가 6%區보다 더 무겁게 나타났다며 無添加區는 成長極度蠶體重과 같은 傾向으로 顯著히 가벼운 편이다(Mitsuoka, 1965). 한편 繭層比率는 감자澱粉區가 옥수수澱粉區보다 약간 더 무겁고 澱粉含量別로는 두區 모두 6% > 12% > 18%의 傾向을 認定한 수 있다.

成長極度蠶體重, 繭重 및 繭層比率를 連關시켜 보면 감자澱粉區가 옥수수澱粉區에 比하여 多少 實用形質面에서 良好한 편이며 澱粉添加率은 12%程度가 適當한 範圍라고 생각된다(浜村, 1975; 瀧江等, 1973; Matsuoka, 1965)

3. 人工飼料育누에에 對한 主要器官의 amylase電氣泳動

蠶體內에서는 澱粉의 種類에 따라 分解酵素들의 活性에 差異가 生길 수 있고 그 結果 澱粉의 分解, 吸收,

Table 4. Result of rearing silkworm to the artificial diet on the starch-contents

Starch	Content (%)	Wt. of fully grown silkworm (g)	Ratio of pupation (%)	Wt. of a cocoon (g)	Wt. of a cocoon shell (g)	Ratio of cocoon shell (%)
Potato	6	5.14	98	1.78	0.30	16.8
	12	5.52	100	1.85	0.35	18.9
	18	5.41	100	1.82	0.34	18.7
Corn	6	5.51	98	1.85	0.31	17.2
	12	5.56	100	2.05	0.31	18.2
	18	6.12	94	2.15	0.34	16.2
Control	0	3.86	94	1.55	0.24	16.0

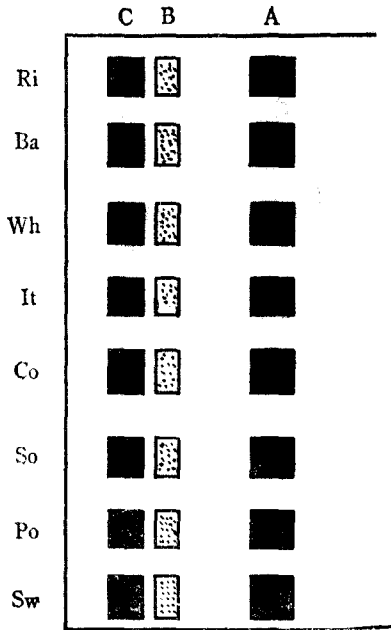


Fig. 1. Diagrammatic representation of the amylase zymograms on silkworm hemolymph to starch-resources.

Note

Ri; Rice	Ba; Barley
Wh; Wheat	It; Italian millet
Co; Corn	So; Sorghum
Po; Potato	Sw; Sweet potato
Or; Origin	

利用에 많은 差異가 나타날 것으로 豫測되기 때문에 供試한 8種의 澱粉으로 各各 飼育한 누에의 體液 消化液, 中腸 및 絹絲腺의 amylase活性를 調査하기 위하여 電氣泳動을 行하였다.

그림 1에서 보는 바와같이 體液의 amylase 電氣泳動像은 澱粉種類 蠶品種 및 發育階梯에 關係없이 十方向으로 移動도가 서로 같은 A, B, C의 3個活性帶로 明確하게 分割되었으며 그 중에서 B活性帶는 A 및 C活性帶에 比하여 조금 弱하게 나타났다. 田中等(1976)은 51系統의 保存蠶品種에 對해서 體液 amylase型을 調査하여 移動도가 서로 다른 5種類의 泳動帶를 分離하였는데 各系統마다 活性帶數가 1~2個밖에 認定되지 않았는데 比하여 本實驗에서는 3個活性帶가 分明하게 區分되고 있다. 이와같은 差異는 原種의 amylase活性帶數보다는 交雜種의 活性帶數가 더 많은 것이 通例의인 것으로 알려져 있다(Eguchi, 1965). 따라서 本實驗에 供試된 蠶品種은 모두 交雜種이므로 田中等이 原種에 對하여 確認한 活性帶보다는 더 多樣하게 나타나는 것은 遺傳의으로 說明이 可能할 것이다.

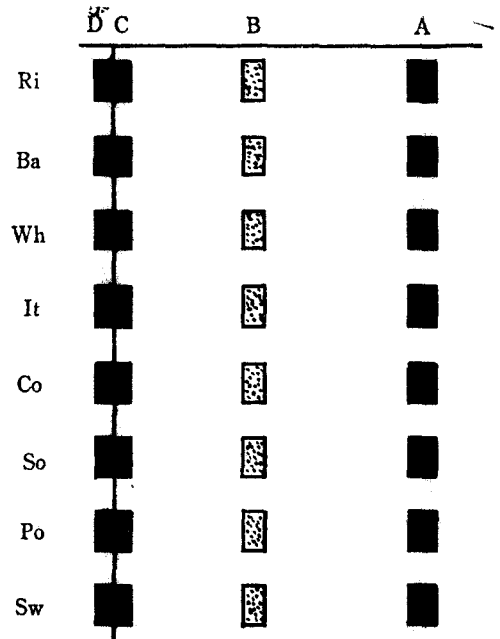


Fig. 2. Diagrammatic representation of the amylase zymograms on the silkworm intestine to starch-resources.

Note

Ri-Sw, Or; same as Fig 1

消化液의 amylase活性帶는 어느 境遇에도 檢出되지 아니하였다. 누에의 消化官腔에서의 澱粉의 分解能은 蠶品種 氣象條件 發育階梯에 關係없이 거의 나타나지 않는 것은 澱粉에 對應하는 分解酵素의 活性이 없기 때문이라고 結論을 내린 Ito와 Tanaka(1959), 小池(1964)의 研究結果와 共通性을 지니고 있다. 또한 瀧江(1959)는 澱粉의 分解酵素는 언제나 消化管組織에 存在하고 있다고 報告한 것으로 미루어 보아 消化液의 amylase 活性은 매우 弱하거나 認定하기 어려운 程度라고 말할 수 있다.

中腸의 amylase電氣泳動像은 그림 2와 같다. 中腸組織의 amylase活性帶는 體液의 그것과 마찬가지로 澱粉의 種類와 蠶品種의 相異에 따른 差異가 認定되지 않았다. 2個蠶品種의 8種의 澱粉區가 다 같이 A, B, C, D 4個活性帶가 매우 分明하게 分割되었는데 B活性帶만은 아주 弱하게 나타났고 D活性帶는 一方向으로 移動하는 것이 特異의이다. 또한 澱粉種類別로 amylase活性帶의 移動도에 差異가 생기지 않는 것은 供試澱粉의 分解에 特別히 다른 性質을 가진 分解酵素가 關與할 必要가 없거나 또는 中腸組織內에 上記한 4個活性帶만을 導出하는 酵素以外에 다른 酵素는 存在하지 않거나 存在한다고 해도 그 活性이 極히 微弱할 것으로 推理

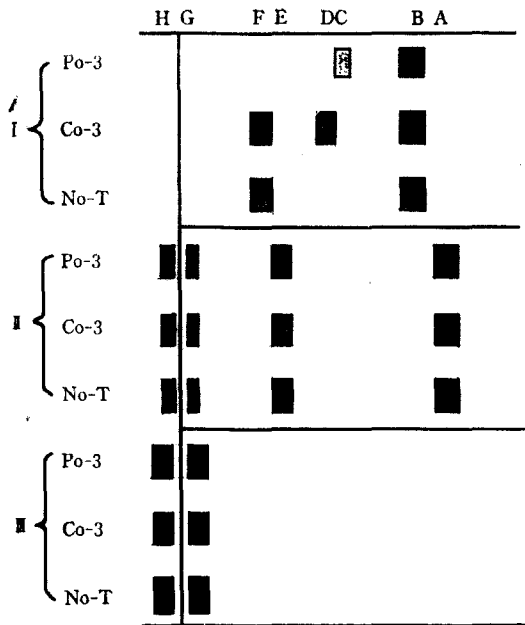


Fig. 3. Diagrammatic representation of the amylase zymograms on the silkworm hemolymph, intestine, and silk gland to starch-resources.

Note

I ; Hemolymph. Po-3; Potato 18%

II ; Intestine. Co-3; Corn 18%

III ; Silk gland. No-T; None treatment

할 수 있다.

한편 감자와 옥수수澱粉을 各 18%씩 添加한 飼料와 澱粉을 全히 添加하지 않은 飼料로 飼育한 5齡蠶의 體液, 中腸, 消化液 및 絹絲腺의 amylase電氣泳動像은 그림 3과 같다.

그림 3에서 體液의 活性帶는 그림 1의 體液 amylase 活性帶와는 相當한 差異를 보여 주고 있다. 卽 Po-3 (감자澱粉)는 2個活性帶만 檢出되어 그림 1의 C 活性帶에 該當되는 部位에는 泳動帶가 나타나지 않았으며 No-T(無添加) 그림 1의 B에 該當하는 活性帶가 檢出되지 아니하였다. 이와 같이 澱粉의 種類와 添加有無에 따라 活性帶에 差異가 생기는 것은 그림 1에서 보는 바와같이 澱粉添加量을 12%로 한 境遇는 amylase 動像의 差異를 誘發하지 못하던 것이 澱粉添加量을 18%로 增加시키거나 全히 添加하지 않은 境遇에는 泳動像의 變化를 誘發할 수 있다는 事實을 보여 주고 있다(瀾江, 1961). 이와 같은 現象은 澱粉量의 增加가 對應하는 酵素의 活性를 刺戟하여 各澱粉 特有의 酵素 活性를 誘發하기 때문에 活性帶에 變化가 생기는 것으

로 생각할 수 있다.

中腸의 活性帶는 그림 2와 同一型으로서 各區間의 差異點을 찾아볼 수 없었으며 消化液의 活性帶는 역시 檢出되지 아니하였다. 絹絲腺의 amylase泳動像은 各區 모두 2個活性帶가 明確하게 나타났는데 조금 異色の인 것은 누에의 다른 組織器官의 活性帶보다 移動度가 훨씬 작고 H 活性帶는 (-) 方向으로 移動하였다.

그림 1, 2, 3을 要約하면 體液의 amylase 活性帶는 澱粉添加量이 12%以內인 境遇에는 蠶品種 澱粉의 種類 누에의 發育階梯等에 相關없이 同一型의 3個活性帶가 나타나지만 澱粉을 添加하지 않으면 두번째 活性帶가 檢出되지 않았으며 澱粉添加量을 18%로 增加시킨 境遇에는 세번째 活性帶가 나타나지 않았다. 이러한 現象을 實驗的 背景을 通하지 않고 說明을 加하기는 大端히 어려운 問題라고 생각되지만 本實驗을 遂行하면서 얻은 몇가지 識見으로 考察한다면 澱粉의 缺與로 因하여 活性帶가 나타나지 않는 것은 基質이 存在하지 않기 때문에 對應하는 酵素의 活性가 認定되지 않는 것은 酵素의 特異性이므로 理解하기가 어렵지 않다. 그러나 澱粉量을 增給했을 境遇에 amylase 活性帶의 數가 減少하는 傾向은 特定基質의 量이 增加함에 따라 對應하는 酵素의 活性가 增大되면서 活性帶의 移動度가 커져서 基點部位의 C 泳動帶가 멀리 移動하여 B 泳動帶와 融合한 것이 아닌가 推測된다. 왜냐하면 澱粉量 12%區에서는 B 活性帶가 아주 弱하게 나타났는데 比하여 18%區에 있어서는 B 帶活性가 아주 明確하고 幅이 넓은 것은 두個의 活性帶가 함께 뭉친 것으로 볼 수 있기 때문이다. 中腸과 絹絲腺에는 各各 4個 및 2個의 活性帶가 檢出되었고 澱粉種類와 添加量 差異에 따른 活性帶의 變化는 認定되지 않았다. 그리고 消化液에서는 amylase 活性帶를 檢出할 수 없었다.

摘 要

누에 人工飼料資源으로 適合한 炭水化物源과 澱粉分解酵素의 活性를 調査하기 위하여 8種의 澱粉을 各各 누에 人工飼料에 添加하여 調製한 飼料로 누에를 飼育하면서 主要形質과 蠶體內 組織, 器官의 amylase電氣泳動像을 調査한 結果를 다음과 같이 要約한다.

1. 澱粉種類에 따른 누에의 實用形質은 쌀, 보리 및 조澱粉이 比較的 良好한 것으로 나타났다.

2. 누에의 人工飼料用 澱粉源은 純度を 높이기 위한 處理를 加하지 않아도 無妨할 것으로 생각되며 澱粉의 添加量은 乾物重으로 12~18%範圍가 適當한 것 같다.

3. amylase의 電氣泳動像은 蠶品種이나 澱粉의 種類

에 關係없이 體液에는 3個活性帶, 中腸에는 4個活性帶 絹絲腺에는 2個活性帶가 各各 同一型으로 나타났고 消化液에는 活性帶가 認定되지 않았다. 그리고 澱粉添加量 18% 및 無添加區에서는 體液의 amylase活性帶에 變化가 誘發되었다.

· 引 用 文 獻

- Eguchi, M., N. Yoshitake and H. Kai (1965) Types and inheritance of blood esterase in the silkworm, *Bombyx mori* L. Japan. J. Genet 40(1), 15-19.
- (1965) Change in Phosphatase zymograms in the silkworm, *Bombyx mori* L. during development. Japan. J. Genet 40(3), 351-355.
- 江口正治, 政山 亭, 西村允子(1966) 家蠶의 變態에 伴나 組織蛋白의 電氣泳動像의 變化. 日蠶雜 35(6), 435-443.
- 浜村保次(1975) 카이코의 人工飼料への道. みすず書房, 東京.
- 堀江保宏, 井口民夫, 渡邊喜二郎, 中曾根正一, 柳川弘明(1973) 家蠶人工飼料의 組成と 飼料効率. 蠶試彙報 96, 41-55.
- 堀江保宏(1959) 家蠶消化液의 生理學的研究. II. 消化液および中腸組織의 液水化物 分解酵素. 15(7), 365-381.
- 堀江保宏, 渡邊喜二郎, 篠原榮子(1971) 家蠶의 體重 絹絲腺重および 血液成分に及ぼす飼料의 影響. 蠶絲研究 78, 44-50.
- 平田保夫(1974) 家蠶의 消化液 아미ラーゼ ae(-)型品種における 酵素活性의 高低と 實用形質との 關係. 日蠶雜 43(5), 384-390.
- 平田保夫, 蒲生卓磨(1969) 蠶品種における 消化液의 아미ラーゼ型. 日蠶雜 38(5), 395-400.
- Ito T. (1967) Nutritional requirements and artificial diets for the silkworm, *Bombyx mori* L. Sericult. sci. Japan 36(4), 315-319.
- 伊藤智夫, 田中元三(1962) 家蠶의 榮養에 關する 研究. IV. 人工飼料에 添加する 糖と 蛋白含量의 影響에 關하여. 蠶試報 18, 1-34.
- 金勝廉介(1972) 카이코의 消化液 아미ラーゼ에 關하여. 日蠶雜 41(6), 445-451.
- 金勝廉介(1973) 카이코의 消化液 아미ラーゼ의 精製と 二, 三의 性質. 日蠶雜 42(4), 286-292.
- 金周泐(1979) 家蠶의 人工飼料에 關한 研究. 幼蟲發育에 다른 Esterase 및 Phosphatase의 電氣泳動. 韓蠶會誌 21(1), 21-29.
- 金周泐, 朴光義(1979) 家蠶人工飼料에 對한 系統別 攝食性에 關한 研究. 韓育種會誌 11(1), 71-76.
- 文在裕(1974) 人工飼料의 蛋白質 및 炭水化物水準이 各各의 實用形質과 Amylase活性에 미치는 影響. 韓蠶誌 16(2), 35-53.
- Matsuoka M. (1965) Carbohydrate requirements of the Eri-silkworm, *Philosamia chnthia Ricini*. Bull. Sericult. Exp. Sta. Japan 19(5), 511-516.
- 松岡道男, 須藤光玉(1973) 人工飼料의 消化에 關する 研究. I. 人工飼料의 組成成分의 消化率測定および 人工消化試驗. 日蠶試彙報 96, 57-65.
- 松村季美(1951) 家蠶의 異なる 系統의 消化 아미ラーゼ 遺傳子의 作用. 日蠶試報 13(10), 513-518.
- 向山文雄, 伊藤智夫(1962) 人工飼料による 蠶의 消化試驗. (I). 食下量消化量および 消化率에 關하여. 日蠶雜 31, 317-322.
- 長島政喜(1969) 人工飼料에 對する 蠶品種의 適合性. 日蠶試彙報 92, 1-20.
- 中村正雄(1973) 人工飼料에 適する 蠶品種의 適合性調査. 日蠶試彙報 96, 159-165.
- Shioematsu H., H. Moriyama (1970) Effect of ecdysterone on fibrion synthesis in the posterior division of the silk gland of the silkworm, *Bombyx mori*. J. Insect physiol 16, 2015-2022.
- 關 稔(1971) 人工飼料育蠶의 絹物質生産에 關する 生理學的研究(第1報), 5齡幼蟲에 對하여 窒素의 出納에 關하여. 愛知縣農總試報 D, 2, 32-38.
- 清水久仁志, 松野道雄(1975) 保存蠶品種의 蠶의 人工飼料攝食性. 蠶絲研究 97, 9-23.
- Suzuki K., K. Miya (1977) Studies on the carbohydrate metabolism of Diapause egg of *bombyx mori*, with special reference to the detection of phosphofructokinase activity. J. Sericult. Sci. Japan 46(3), 213-219.
- 田中幸夫, 草野忠治, 小原隆三, 河合孝(1976) 家蠶體液 아미ラーゼ의 電氣泳動像에 關하여. 日蠶雜 45(6), 533-536.
- 山本 巖, 眞野保久, 西體隆雄(1977) 人工飼料適合性蠶品種의 選拔. 蠶絲研究 101, 70-84.
- 吉武成美, 江口正治, 土屋洋子(1965) 카이코의 絹絲腺에 對하여 에스테ラーゼ型의 蠶品種間의 差異에 關하여. 日蠶雜 35(5), 331-335.