Seri. J. of Korea Vol. 23(1), 1981

人工飼料에 의한 蠶品種 選拔效果에 관한 硏究

朴 光 義·姜 錫 權
서울大學校 農科大學

Effect of Artificial Diet on the Selection in the Silkworm, *Bombyx mori*

Kwang E. Park and Seok Kwon Kang
College of Agriculture, Seoul National University,
Suweon 170, Korea

Summary

It is necessary to improve new silkworm variety suitable for the artificial diet different from the mulberry leaves in physical and chemical natures. The silkworms fed on artificial diet show low productivity in general.

So the effectiveness of selection for cocoon characters was studied when the silkworms were reared on the artificial diet for several generations.

The results obtained are as fellows:

1. There is no correlation between the cocoon shell weight and the cocoon shell percentage in female cocoons of both Sa and Y strains but in male cocoons.
2. No correlation exists between the weight of a cocoon and a cocoon shell percentage of male cocoons in Sa strain.
3. There is a specific effect of the artificial diet on selection between Japanese and Chinese strains compared with the mulberry leave rearing.
4. The cocoon quality of first generation in artificial diet rearing was very inferier to that of previous generation in mulberry leave rearing in both Sa and Y strains, but the effect of selection rapidly increased in first and second generation.
5. Very high mortality was noted in 4th generation to the degree of hardness for successive generation.

So the larvae of 5th generation were fed on mulberry leaves for successive generation.

6. From 6th generation to 10th generation, the effectiveness of of selection for cocoon characters increased continuously except the cocoon shell perctneage.

緖 言

누에의 人工飼料 開發이 急進展함에 따라서 人工飼料에 의한 누에사육 規模는 확대되어가고 있다. 그러나 人工飼料는 物理的 또는 化學的으로 뽕잎과는 그 性質이 매우 다르기 때문에 攝食과 成長, 그리고 고치의 生産에 있어서 뽕잎의 경우보다 성적이 불량한 편이다. 이 결점을 解決하기 위하여는 무엇보다 人工飼料에 적합한 品種의 育成이 要請되고 있는 실정이며 科學技術硏究所에서도 要請한 바 있다.

人工飼料에 대한 蠶品種別 또는 齡期別 適應性에 관하여는 伊藤(1967)와 上條·井出(1965)의 報告가 있다. 特히 伊藤등에 의하면 日本種과 中國種間에 適應性의 差異가 있다고 하였다. 다시말하면 日本種의 누에는 孵化하자마자 飼料를 積極的으로 먹기 때문에 애기누에는 잘 成長하지만 큰누에는 먹는 것이 消極的이며 成長도 시원치 않는데 반하여 中國種의 애기누에는 攝食이 不良하지만 큰누에 특히 5齡누에는 오히려 攝食이 왕성하고 잘 자란다고 했다. 高宮(1968)도 위와

※ 本 硏究는 1980年度 峨山社會福祉 事業財團 硏究費로 遂行되었음

同一한 結果를 報告하면서 대체적으로 中國種의 1齡누에는 日本種이나 交雜種의 1齡누에보다 適應性이 매우 낮음을 報告하였다.

以上과 같이 蠶品種에 따라서 또는 齡期에 따라서 桑葉育에서는 볼 수 없었던 特異性을 人工飼料에 대하여는 나타내므로 이같은 現象은 人工飼料에 適合한 품종의 선발 가능성을 充分하게 시사한다.

山本등(1977)은 人工飼料에 대하여 適合한 品種의 選拔을 目的으로 嗜好性이 强한 方向으로 淘汰選拔한 人工飼料育 系統의 4~8世代 經過한 것과 每世代 桑葉育하여 淘汰選拔한 桑葉育系統과를 人工飼料 또는 桑葉으로 飼育하면서 兩系統의 性狀을 比較하여 嗜好性選拔의 効果를 比較 檢討하였다.

渡邊(1974)는 人工飼料에 對한 攝食性은 繼代飼育으로 因하여 漸次 높아지는 것을 確認하고 5代 繼代飼育을 通해서 5%에서 89%까지 向上시킬 수 있었다고 報告하였다.

金·朴(1979)은 毛振率이 좋은 系統은 起蠶率도 높고 發育度도 比較的 均一하며 起蠶體重도 무겁다고 報告하였다.

山本(1976)은 人工飼料에 의한 누에의 個體別 食下量, 消化量 및 消化率을 測定할 수 있는 方法을 報告하였으며 이 方法에 의하여 選拔初期世代에 있어서 이들 세가지 形質의 遺傳率을 調査 報告하여 約 40%밖에 되지 않는 누에의 消化率向上을 위한 育種方法에 공헌하였다.

以上과 같이 人工飼料育에서는 일반 桑葉育에서 볼 수 없었든 새로운 發育現象과 아울러 누에 사육의 최종 目標인 繭層重과 繭層比率이 桑葉育의 水準에 훨씬 못미치는 나쁜 結果를 초래하는 등 現存하는 品種들이 새로이 개발된 人工飼料에 대하여 適應度가 매우 낮다. 그 原因은 지금의 人工飼料의 組成이 아직 불완전하기 때문에 發生하는 現象이라고 추측되므로 지속적인 人工飼料組成이 改善되어야 하겠다. 동시에 人工飼料에 잘 適應하는 新品種의 改良, 또한 時急한 課題이다.

그러므로 本研究에서는 수世代를 全齡人工飼料로 繼代飼育하면서 全繭重, 繭層重 및 繭層比率등의 實用形質에 대하여 淘汰 選拔했을 경우에 일어나는 現象을 研究調査하였다. 끝으로 本研究를 遂行함에 있어서 적극 협조하여 주신 韓國科學技術研究所 動物飼育室의 金正一 責任研究員에게 깊은 감사를 드린다.

材料 및 方法

供試品種 : 日本種 系統…Sa

中國種 系統…Y

Sa와 Y의 두 系統은 1976年 봄에 品種育成 過程에서 各各의 系統으로 分離 固定된 것으로서 뽕잎사육에 의하여 系統維持되었다. 1979年 10月부터 全齡 人工飼料로 繼代 飼育되었다. 1979年 봄누에 때에 桑葉育 成績은 다음과 같다.

	Sa	Y
全 繭 層	1.9g	2.24g
繭 層 重	50.4cg	55.5cg
繭 層 比 率	26.5%	24.8%

人工飼料 : 韓國科學技術研究所에서 開發한 稚蠶用 人工飼料로 全齡누에에게 給餌하였다. 飼料는 同 研究所의 指示대로 調製하였으며 항상 5°C의 冷藏庫內에 貯藏하였다가 필요량을 꺼내서 給餌하였다. 남은 乾燥粉末 사료는 항상 冷藏庫에 保管하였다.

人工飼料育의 方法 : 1齡에서 3齡 누에는 가로 13cm×세로 21cm×높이 6.5cm의 푸라스틱容器속에서 뚜껑을 덮고 飼育했으며, 4齡과 5齡 누에는 가로 27cm×세로 38cm×높이 8cm의 有孔푸라스틱 容器에서 飼育했다. 1~3齡 누에는 Growth chamber(Model 118L. 카나다製)안에서 그리고 큰누에는 가로 180cm×세로 90cm×높이 180cm의 恒溫室을 새로 考案 設置하여 그 안에서 사육하였으며 습도조절은 補濕器에 의하여 별도조절하였다. 給餌回數는 1齡에서 3齡까지는 한齡에 한번 給餌하였고 큰누에때에는 1日 1回씩 給餌하였다.

1系統當 2蛾를 飼育하되 蛾別로 사육하였고 1蛾當 發育이 아주 빠른것과 늦은 것은 제외하고 200마리를 암수 區別없이 無作爲로 취하여 飼育하였다.

飼育溫度 : 애기누에…28°C~30°C

큰누에…25°C~36°C

飼育溫度 : 75~80%

人工孵化法 : 產卵後 25°C에서 15時間 經過한 後 比重 1.110의 鹽酸液을 25°C가 되게끔 調節하여 70分동안 處理하였다.

繭質調査 : 蛾區別로 모든 고치를 암수 감별하여 하나 하나 調査하였다. 암수별로 全繭重, 繭層重 그리고 繭層比率을 調査하고 그 平均値를 그 集團의 代表値로 삼았고 이 平均値보다 무겁거나 비율이 높은 個體를 選拔하여 繼代를 위한 種繭으로 使用하였다.

結果 및 考察

1. 人工 飼料가 相關係數에 미치는 効果

Table 1. Correlations among the cocoon characters of female cocoons

Character	Sa		Y	
	Weight of a cocoon shell	Ratio of cocoon shell	Weight of a cocoon shell	Ratio of cocoon shell
Weight of a cocoon	+0.8831**	−0.2984**	+0.3833**	−0.6197**
Weight of a cocoon shell	—	+0.1225	—	−0.1847

Table 2. Correlations among the cocoon characters of male cocoons

Character	Sa		Y	
	Weight of a cocoon shell	Ratio of cocoon shell	Weight of a cocoon shell	Ratio of cocoon shell
Weight of a cocoon	+0.8618**	−0.1454	+0.9213**	−0.4799**
Weight of a cocoon shell	—	+0.2807**	—	−0.2385*

암고치의 相關關係를 살펴보면 表 1에서 보는 바와 같다. 즉 日本系統인 Sa의 全繭重과 繭層重과는 +0.8831로 높은 相關값을 나타냈으나 中國系統인 Y에서는 +0.3833의 낮은 相關값을 나타냈다. 그러나 모두 高度의 有意水準을 보였다. 全繭重과 繭層比率과의 關係를 보면 Sa에서는 −0.2984로서 Y系統의 −0.6197보다 훨씬 낮은 값을 나타냈으나 高度의 有意水準을 보였다. 그리고 繭層重과 繭層比率과의 關係를 보면 Sa와 Y系統에서 모두 相關 關係가 없음을 나타냈다.

桑葉育에 있어서 繭層重과 繭層比率과는 매우 강한 相關 關係가 있으며 正의 相關으로서 繭層重을 무거운 方向으로 選拔하면 繭層比率이 높아지며 반대로 繭層比率을 높은 方向으로 選拔하면 繭層重이 무거워진다(倉澤, 1968). 이와 같이 높은 相關이 있는데 反하여 人工飼料育에서는 전혀 關係가 없는 것으로 나타났는데 그 原因은 主로 榮養條件이 서로 다르기 때문에 發生하는 成長 패턴의 差異때문이라고 추측된다.

암고치의 全繭重과 기타 形質의 相關에 있어서 日本系統과 中國系統과는 서로 正反對의 結果를 나타냈는데 그 原因은 人工飼料에 대한 두 系統의 섭식과 발육에 있어서 차이가 없는 것으로 미루어 보아 단적으로 人工飼育에서 由來된 것이라고 하기 어려우며 금후 더욱 많은 調査가 필요하다고 본다.

桑葉育에서 繭層重, 全繭重 그리고 繭層比率間에 遺傳相關이 매우 높으나 關連形質間의 變化는 多樣하기 때문에 相關 關係를 利用한 育種方法에는 重要한 問題를 提起한다고 報告했다(大井, 1965). 여기서도 分明한 것은 本實驗의 人工飼料育의 경우와는 많은 差異點이 있다는 事實이다.

表 2에서 숫고치의 形質間의 相關 關係를 살펴보면 全繭重과 繭層重 또는 繭層比率의 相關 關係의 패턴은 암고치의 경우와는 서로 다르나 숫고치내의 Sa와 Y는 서로 유사하다. 그리고 숫고치에서 特異한 것은 Sa의 全繭重과 繭層比率과는 전혀 相關 關係가 없는 것이고 다음은 繭層重과 繭層比率과는 암고치에서는 없었든 相關 關係가 숫고치에서는 關係가 있는 것이다.

相關係數에 관한 한 人工飼料에 대한 反應은 암수에 따라서 差異가 있는데 日本種系統보다 中國種系統이 민감하다.

以上의 結果는 10世代 飼育한 成績을 分析한 것인데 世代別로는 係數의 若干 差가 있으나 대체로 同一한 傾向을 나타냈다.

2. 選拔世代에 있어서 人工飼料에 대한 實用形質의 反應

1979年 봄누에때에 桑葉育한 Y 系統의 成績은 全繭重 2.24g, 繭層重 55.5cg, 그리고 繭層比率 24.8%였는데 이것에 比하여 第1世代의 人工飼料育의 成績은 表 3, 4에서 보는 바와 같이 암수 모두 매우 不良하여 그 程度가 암수 平均은 全繭重은 33.1%, 繭層重은 54.1%, 繭層比率은 29.9%로 나빠졌다. 그러나 人工飼料에 대한 適應度의 向上과 選拔의 效果로 因하여 第2世代에서 第1世代의 경우보다 全繭重은 31%, 繭層重은 55%, 繭層比率은 18%, 第3世代에서 全繭重은 61%, 繭層重은 63%, 繭層比率은 2%로 全繭重과 繭層重은 急速한 회복세를 나타냈으나 繭層比率은 그렇지 않다. 繭層比率은 一定한 傾向을 보이지 않았는데 그 理由는 人工飼料에 의한 全繭重의 增加만큼 繭層重은 增加하지 않았기 때문이다. 特別히 관심을 끄는 것은 第3世代에서 人工飼料에 의한 全繭重의 增加인데 桑葉育의 경우보다 8%의 增加를 나타냈다. 그것은 營養爲主의 애기누에 用으로 韓國科學技術硏究所에서 開發한 飼料이기 때문에 뚜렷한 體重증가를 나타낸 것으로 생각한다.

Table 3. Effect of artificial diet on the selection in female cocoons of Y strain in every generation

Generation	Weight of a cocoon	Weight of a cocoon shell	Ratio of cocoon shell
1	1.61	0.26	16.3
2	2.21	0.40	18.4
3	2.67	0.44	16.6
4	1.76	0.38	21.4
5	Mulberry leave feeding		
6	1.42	0.29	20.5
7	2.37	0.42	17.6
8	2.40	0.44	18.3
9	2.16	0.40	18.9
10	2.10	0.42	20.0

Table 4. Effect of artificial diet on the selection in male cocoons of Y strain in every generation

Generation	Weight of a cocoon	Weight of a cocoon shell	Ratio of cocoon shell
1	1.39	0.25	18.5
2	1.72	0.39	22.5
3	2.16	0.41	18.8
4	1.44	0.35	24.3
5	Mulberry leave feeding		
6	1.25	0.28	22.5
7	1.85	0.39	21.3
8	1.87	0.39	20.9
9	1.77	0.40	22.7
10	2.09	0.44	21.1

그 飼料組成이 公開된바 없으므로 보다 깊은 原因은 알 수 없다.

第4世代에서는 다시 急速하게 나빠진 成績을 나타냈으나 第1世代의 成績보다는 良好했으며 繭層比率은 10世代동안에 가장 높은 比率을 나타냈다. 그러나 特記할 것은 고치의 여러 形質의 成績이 不良해졌을 뿐만 아니라 致死率이 높기 때문에 人工飼料에 의한 繼代飼育이 不可能할 程度였으며 不得已 第5世代에 서는 桑葉으로 飼育하여 種子를 增殖시킨 연후에 第6世代부터 다시 人工飼料에 의한 選拔과 繼代를 할 수 있었다. 이와같은 結果의 原因은 일반적으로 多絲量系品種일수록 蠶質이 弱하다는 現象에 起因하는 것 같으며 일반 桑葉育의 경우보다 더욱 致死率이 높은 原因은 人工飼料의 營養組成이 不完全하기 때문에 생긴 結果라고 생각된다.

第6世代에서 Y系統의 成績은 第一世代의 成績보다 全繭重과 繭層重은 가벼운데 繭層比率은 훨씬 높은 편이다. 第6世代 以後 第10世代까지의 選拔效果를 살펴보면 全繭重과 繭層重은 繼續 무거워지면서 選拔效果가 높아짐을 알 수 있으나 繭層比率은 一定한 選拔效果를 나타내지 않는다. 그러나 第10世代에서 特記할 것은 品種改良의 최고 目標인 繭層重이 암수 平均 45cg로 人工飼料에 選拔效果가 가장 높았으며 앞으로는 世代의 中斷됨이 없이 더욱더 改良效果를 높일 수 있음을 시사해 준다.

中國種인 Y系統의 암수間의 差異는 전혀 나타나지 않고 同一한 傾向이다.

日本種系統인 Sa系統을 人工飼料에 의하여 飼育하면서 고치의 形質에 대하여 選拔했을때에 發生하는 選拔效果는 그림 1. 2. 3에서 보는 바와 같다.

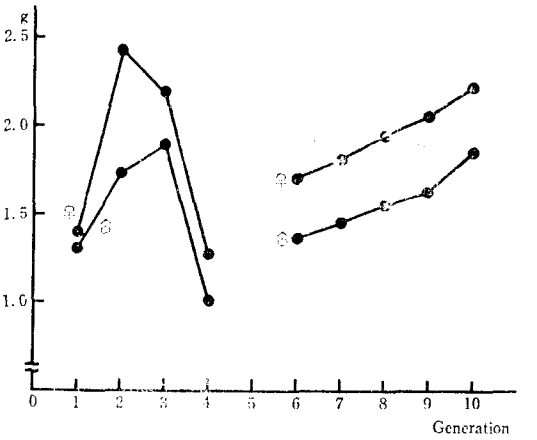

Fig. 1. Effect of artificial diet on the selection of the wieght of a cocoon in Sa strain in every generation

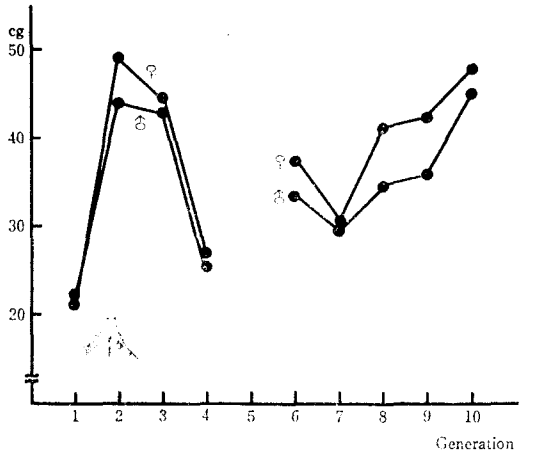

Fig. 2. Effect of artificial diet on the selection of the weight of a cocoon shell in Sa strain in every generation

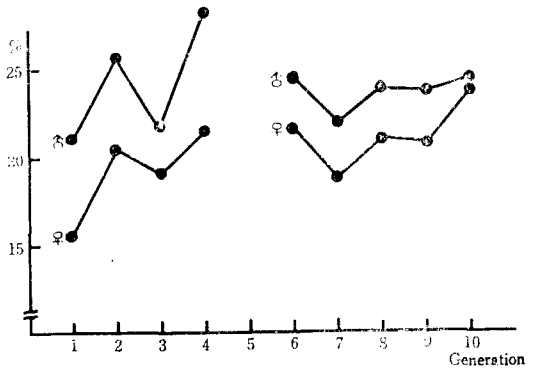

Fig. 3. Effect of artificial diet on the selection of the ratio of cocoon shell in Sa strain in every generation

Sa系統은 繭層比率이 높고 全繭重이 Y에 比하여 가벼운 것이 特徵이다.

桑葉育때에 Sa系統의 成績은 全繭重 1.9g, 繭層重 50.4cg, 그리고 繭層比率이 26.5%이었다.

人工飼料育의 第1世代의 成績은 桑葉育에 比하여 암수平均은 全繭重 35%, 繭層重은 67.4%, 그리고 繭層比率은 31%의 큰 退化를 나타냈다. 이처럼 急速하게 退化했든 Sa 系統은 適應하기 始作하여 第2世代에서는 第1世代에 比하여 암수平均은 全繭重은 66%, 繭層重은 116%, 그리고 繭層比率은 26%의 選拔效果를 나타냈다. 그러므로 Sa系統은 中國種系統인 Y에 比하여 더욱 빠른 선발 效果를 나타냈다. 그러나 암수고치에서 全繭重과 繭層重은 第3世代에서 若干의 增加가 있었을 뿐 第4世代에서 매우 不良하게 되었으며 全繭重이 너무나 많이 減少하였기 때문에 오히려 繭層比率은 높은 比率을 나타냈다. 第4世代에서 Sa 系統도 Y系統과 동일하게 致死率이 매우 높기 때문에 繼代를 할 수 없을 程度인데 Sa는 Y보다 더욱 높은 致死率을 나타냈다. 그러므로 第5世代는 Y의 경우와 同一하게 桑葉으로 飼育하여 種子를 增殖시켰다.

第6世代에서는 다시 人工飼料育을 하면서 選拔하였는데 第6世代에서는 世1代의 경우보다 遺傳獲得이 고치의 3가지 形質에서 크게 나타났다.

第6世代에서 부터 第10世代까지 全繭重과 繭層重은 계속적인 選拔效果를 나타내어 무거워지는 傾向이나 繭層比率에 대한 選拔效果는 一定한 傾向이 없이 起伏이 심한 편이었다.

人工飼料育의 第1世代에서는 Sa나 Y系統이 모두 桑葉育에 比하여 매우 不良한 成績을 나타냈으나 第10世代에서는 비록 桑葉育 水準에는 未達하였지만 第一世代에 比하면 암수 平均 Sa의 全繭重은 65.5%, 繭層重은 128%, 繭層比率은 35% 그리고 Y의 全繭重은 40%, 繭層重은 69%, 繭層比率은 19%의 選拔效果를 나타냈다.

人工飼料에 의한 選拔效果는 日本系統인 Sa가 中國系統인 Y보다 훨씬 높다.

第5世代에 있어서 桑葉育을 하였는데 이때의 Sa와 Y의 成績은 本實驗에서 供試하기 이전의 桑葉育의 成績과 비슷한 水準이었는데 이것에대하여는 山本(1974)의 絕食試驗에서 繼代選拔을 하여 그후 同一한 조건에서 사육했을 때에 對照區의 값과 同一한 全繭重, 繭層重이었던 結果와 同一한 傾向이다. 이와 비슷한 選拔試驗에서 大宮(1964)와 川畑(1974)도 同一하게 報告하였다.

結論的으로 人工飼料에 의한 品種改良의 一次的 目標는 桑葉育에서 Sa나 Y系統이 發揮했든 成績에 到達하도록 改良하고 이 目標를 達成한 후에 다시 第2次的인 改良目標를 設定할 必要가 있다고 본다. 또 큰누에用 人工飼料의 개발과 동시에 第10世代以後의 繼續的인 品種改良事業은 곧 바로 產業에 공헌할 것으로 思料된다.

摘 要

누에의 人工飼料는 物理的 또는 化學的으로 뽕잎과는 그 性質이 매우 다르기 때문에 고치 生產性에 있어서 뽕잎의 경우 보다 不良한 成績인데 이 欠點을 解決하기 위하여는 우선 人工飼料에 適合한 品種이 育成되어야 한다. 그러므로 本試驗에서는 人工飼料育에 의하여 優良系統을 選拔했을 때에 發生하는 現象을 究明코저 遂行하였으며 그 結果는 다음과 같다.

1. 암고치의 繭層重과 繭層比率과의 相關關係는 Sa와 Y에서는 없다.

2. 숫고치에서 Sa系統의 全繭重과 繭層比率과는 相關關係가 없다.

3. 人工飼料育에 있어서 日本種系統과 中國種系統은 각각 選拔效果가 特異하게 나타났다.

4. 桑葉育에서 人工飼料育으로 전환하는 第1世代에서는 Sa와 Y系統이 모두 매우 不良한 成績을 나타냈으나 第2,3世代에서 急激하게 증가하여 選拔效果는 매우 컸다.

5. 第4世代에서는 致死率이 매우 높았기 때문에 第5世代는 桑葉育으로 繼代 增殖하였다.

6. 第6世代에서 10世代까지 選拔效果는 계속 증가하였는데 繭層比率만은 例外이었다.

参 考 文 献

伊藤智夫，堀江保宏，渡邊喜二郎，高瀬正三，長島政喜(1967) 人工飼料による原蠶飼育ならびに桑葉による次代蠶飼育について．日蠶雜 35(5)，374-379.

金周浥，朴光義(1979) 家蠶人工飼料에 대한 系統別 攝食性에 관한 硏究．育種誌 11(1)，71-76.

倉澤一二三(1968) 家蠶繭における計量形質の 選拔．Ⅱ 繭層重および繭層歩合の選拔にともなう繭の計量諸形質の變化．日蠶雜 37(1)，51-56.

川畑 晝(1974) 晝間2回給桑による選拔効果について．蠶絲研究 89，34-44.

大宮新左衛門(1964) 累代 5齡蠶絶食に關する試驗．蠶絲研究 49，25-30.

大井秀夫(1965) 家蠶における選拔形質と育種効果 Ⅰ．相關のある量的形質—繭層重・繭層歩合—について．育種雜 15(1)，64-65.

高見邦夫(1968) 人工飼料に對する蠶品種の適應性．蠶絲研究 69，27-34.

上條太八郎，井出智(1965) 人工飼料による原蠶種の全令飼育と産卵成績について．日蠶雜 34(3)，200-201.

渡邊喜二郎(1974) 蠶の人工飼料攝食性に關する 選拔の試み．蠶絲研究 91，53-57.

山本俊雄，蒲生卓磨(1974) 給桑量を異にした營養環境下におけるカイコの競爭および計量形質の 選拔効果．育種雜 24(5)，217-225.

山本俊雄，蒲生卓磨(1976) カイコにおける飼料効率の向上に關する育種學的硏究．Ⅱ．人工飼料育蠶における食下量，消化量および消化率の遺傳率．日蠶雜 45，111-114.

山本 巖，眞野保久，西體隆雄(1977) 人工飼料適合性蠶品種の 選拔．蠶絲研究 101，70-84.