

# 人工飼料의 蛋白質 및 炭水化物 水準이 家蠶의 實用形質과 Amylase 活性에 미치는 影響

文 在 裕

서울대학교 農科大學

Effects of Level of Dietary Protein or Carbohydrate on the Economic Characters and Amylase Activity of the Silkworm, *Bombyx mori*

Jae Yu Moon

College of Agriculture, Seoul National University

## Summary

A series of experiment was conducted to investigate the effects of the level of dietary protein (soybean meal) and carbohydrate (sucrose) on the growth rate, feed efficiency, nutrients digestibility and amylase activity of larvae at 5th instar.

The results obtained from the experimentation are summarized as follows:

- (1) It was found that the body weight gain, cocoon quality and feed efficiency of the 5th instar larvae were significantly affected by the level of protein and carbohydrate in the artificial diet. Present data revealed that the proper level of dietary protein and carbohydrate would be the most important factor for the optimum growth of larvae.
- (2) In the amount of diet consumption, the group of larvae gained more body weight consumed more diet than the group gained less amount of body weight.
- (3) Digestibility of nutrients was improved as the level of protein in the diet increased, although the level of dietary carbohydrate did not exert any positive results.
- (4) It was observed that the amylase activity in digestive juice was stimulated by the increase of dietary carbohydrate. However, no correlation between the level of dietary protein and carbohydrate was detected in the amylase activity.
- (5) Analytical data indicated that the amount of protein or carbohydrate excreted through feces and urine was proportional to the content of protein or carbohydrate in artificial diet. The group of larvae consumed the diet contained high protein excreted more protein and less nitrogen free extract than did the group received low protein diet. Likewise, the group of larvae fed high dietary carbohydrate excreted more nitrogen free extract and less protein through excreta than the group consumed low carbohydrate diet group.
- (6) Although the amylase activity of the larvae received the artificial diet was higher than the larvae received natural diet (mulberry leaf), the rate of body weight gain and the quality of cocoon produced from the natural diet group was better than the artificial diet group. It is, thus, concluded that feeding the larvae by the artificial diet may not be recommendable.

- (7) It was determined that the best level of protein (soybean meal) and carbohydrate (sucrose) in artificial diet was found to be 40g and 0g, respectively when it was fed to the 5th instar larvae.
- (8) It may be concluded from the results obtained that the artificial diet that could stimulate the activity of amylase may not be recommendable for the practical larvae feeding purpose due simply to the poor economic return from this diet than natural diet.

## I. 緒 言

누에는 單食性 昆蟲으로 桑葉을 唯一한 飼料로 하고 있으므로 누에의 成長은 桑葉이 누에의 營養要求를 어느 정도 滿足시킬 수 있는가에 따라서 크게 影響을 받는다.

누에의 營養에 관하여 平塚(1917)<sup>(8)</sup>는 各齡期 누에의 飼料로 적당한 桑葉을 택하여 化學的 成分을 分析하였는데 그 結果 炭水化合物과 蛋白質과의 量比는 1齡用桑이 1:2.1였으나 2齡用桑, 3齡用桑이 됨에 따라서 炭水化合物의 比率이 점차 높아지는 반면 蛋白質의 比率은 낮아져서 5齡用桑에 있어서는 上記 兩物質의 量比는 1:1.3이 된다고 일찌기 報告한 이래, 누에의 營養에 관한 많은 研究結果가 發表되었으나 生葉을 누에의 飼料로 하는한 飼料組成을 任意로 바꿀 수 없기 때문에 누에의 營養要求를 直接的으로 解明하기는 어려웠다.

한편 人工飼料에 의한 누에 飼育은 吉田等<sup>(48)</sup>, 福田等<sup>(4)</sup>, 伊藤等(1960)<sup>(17)</sup>에 의하여 처음으로 成功된 이래, 지금까지 不分明하였던 蛋白質, 아미노산, 炭水化合物, Sterol, 脂肪酸, 비타민 B群, 비타민 C, 無機物등에 대한 各物質의 營養効果나 그 要求量이 거의 밝혀졌다.

이상의 物質중에서 飼料중 가장 많은 比率을 차지하고 있는 炭水化合物과 蛋白質에 대하여 보다 상세하게 살펴보면, 누에 成長에 있어서는 蛋白質이 必須物質로서 飼料중 蛋白質量이 一定量 이하이면 成長이 매우 不良하고 또 炭水化合物과 蛋白質과의 相互關係도 누에 成長에 미치는 影響이 대단히 크다고 伊藤等(1962, 1970)<sup>(22, 25)</sup>은 報告하였다. 또한 누에의 에너지源으로서 炭水化合物이 主가되며 그 營養效果면에서는 蔗糖, 麥芽糖 등의 寡糖類가 일반적으로 營養價가 높다는 것이 伊藤等(1961)<sup>(18)</sup>에 의해서 밝혀졌으며 蔗糖, Inositol은 누에의 섭식을 촉진한다고 Ito, T. (1960)<sup>(16)</sup>, Hamamura, Y. et al. (1962)<sup>(14)</sup>, 石川(1963)<sup>(26)</sup>은 報告하였다.

이와 관련하여 著者(1973)<sup>(32, 34)</sup>는 準合成飼料중에 炭水化合物과 蛋白質과의 量比를 20g:30g, 10:40g, 0g:50g의 比率(乾物飼料 121.3g중)로 蔗糖과 大豆粕을 넣은 3種의 飼料로 飼育한 結果 標準보다 蛋白質含量이 많은

경우나 적은 경우 다같이 幼蟲成長이 不良하였고 蛋白質分解酵素活性도 蛋白質含量이 많고 炭水化合物含量이 적은 경우에 강하였지만 幼蟲成長이 不良해서 經濟的 價値가 없음을 報告하였다. 著者(1973)<sup>(31, 32, 33)</sup>와 浦野等(1971)<sup>(43)</sup>의 報告에 의하면 炭水化合物含量이 적고 蛋白質含量이 많은 경우에 Amylase 活性이 강하였다.

이상과 같이 炭水化合物과 蛋白質에 대한 質的 要求性은 거의 解明되었으나 이밖에 量的 要求性이나 營養成分의 相互比率도 昆蟲의 營養이란 관점에서 불매 중요한 要素라고 생각되는데 아직 不分明한 점이 많았다. 그러므로 食物에 큰 比重을 차지하고 있는 蛋白質과 炭水化合物含量 및 그 相互比率은 幼蟲成長, 絹物質生産 등 實用形質과 밀접한 관계가 있는 것으로 假定하고 人工飼料中 炭水化合物含量과 蛋白質含量이 누에의 實用形質 및 消化酵素活性에 미치는 影響에 관한 問題들을 解決하기 위하여 桑葉粉末을 넣은 人工飼料에 의해서 편의상 다음과 같이 나누어 本實驗을 遂行하였다.

1. 人工飼料중 炭水化合物含量과 蛋白質含量을 각각 變化시켰을 때에 幼蟲의 增體量, 繭質 및 飼料效率를 조사 함으로서 飼料價値를 綜合的으로 評價하였고,

2. 人工飼料중 蛋白質含量의 變化가 幼蟲의 消化 및 蠶糞의 粗蛋白質, 可溶無窒素物含量에 미치는 影響과 消化液 Amylase 活性에 미치는 間接的인 效果를 調査하였으며,

3. 人工飼料중 炭水化合物含量을 變化시켰을 때에 幼蟲의 消化 및 蠶糞중 粗蛋白質, 可溶無窒素物含量과 消化液 Amylase活性과의 直接的인 關係를 研究하였으며,

4. 人工飼料중 炭水化合物含量과 蛋白質含量을 각각 變化시켰을 때에 育蠶成績과 桑葉에 의한 育蠶成績과를 比較하여 各種 人工飼料의 綜合的인 飼料價値를 評價하였다.

—感謝의 말씀—

이 研究를 遂行하는데 있어서 始終指導를 베풀어 주신 金洛禎 教授님, 朴光義 博士님께 感謝의 뜻을 表하는 바입니다. 그리고 試料를 分析하는데 親切히 協助하여 주신 韓仁圭 博士님과 많은 助言을 해주신 崔炳熙 博士님, 金潤植學長님, 崔承允博士님께도 感謝드립니다

다. 끝으로 原稿整理에 助力해준 成洙一 先生에게도 感謝의 뜻을 表합니다.

## II. 研究史

### 1. 營 養

누에의 唯一한 飼料인 桑葉만으로 누에의 營養要求性의 解明에 關하여 일찌기 平塚(1917)<sup>(9)</sup>에 의하여 이루어졌으나, 飼料成分을 人爲的으로 變化시킬 수 없었기 때문에 直接的으로 營養要求性을 解明하기 어려웠다.

그러나 吉田<sup>(48)</sup>, 福田<sup>(4)</sup>, 伊藤등(1960)<sup>(17)</sup>에 의하여 처음으로 人工飼料가 開發된 以來, 누에 營養要求性에 關한 研究 뿐만 아니라 生理學的 病理學的인 研究分野에 있어서도 劃期的인 轉換期가 되었다.

그후 人工飼料중 桑葉粉末量을 줄이면서 계속 研究하다가 마침내 桑葉粉末이 전혀 들어있지 않은 準合成飼料를 開發하는데 成功하였다.

즉 伊藤(1962)<sup>(20)</sup>는 桑葉粉末을 전혀 含有하지 않은 準合成飼料에 의하여 처음으로 全齡飼育에 成功하였으며 福田등(1962)<sup>(5)</sup>은 5齡期만을 準合成飼料로 飼育하는 것이 합리적이라고 報告하였으나 이 경우에 繭形이 매우 작은 것이 缺點이라고 하였는데 Ito, T. et al.(1962)<sup>(21)</sup>의 계속적인 研究結果에 의하면 準合成飼料에 揮發性的 誘引物質을 添加하여도 飼料效果를 높일수 없었던 것으로 보아서 누에의 味覺에 알맞는 成分의 開發이 매우 重要하다고 強調하였다.

또한 伊藤등(1965)<sup>(23)</sup>에 의하면 人工飼料중 蛋白質 種類에 따라서 營養價가 매우 差異가 있는데 牛乳Casein, 卵白Albumin, 大豆蛋白質 등은 비교적 營養價가 높고 Zein, Gluten 등은 營養價가 낮다고 하였으나 Zein에다가 9種의 아미노산을 添加하면 幼蟲의 成長을 改善할 수 있었다고 하였다. 따라서 上記 아미노산중 特定 아미노산의 不足이 蛋白質의 營養價를 낮추는 큰 根源이 된다고 생각하고 있다. 여러 아미노산 중에는 누에가 忌避하는 것이 있지만 飼料중 蛋白質을 아미노산 混合物로 置換한 準合成飼料로 누에를 飼育하여 고치를 얻는데 成功하였다고 伊藤등(1966)<sup>(24)</sup>은 報告하였다.

즉 누에의 成長에 필요한 必須아미노산은 Arginine, Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Methionine, Phenylalanine, Threonine, Tryptophane, Valine으로 高等動物에서 일반적으로 必須로 되어있는 10種의 아미노산과 Proline이 必須임을 解明하였다.

이상의 아미노산중에 Proline을 제외한 어느 하나라도 除外되었을 경우에는 누에의 成長이 대단히 不良하고 Glutamic acid와 Aspartic acid중 어느 하나라도 반드시

添加해야 된다고 報告하였다.

또 伊藤등(1970)<sup>(25)</sup>은 桑葉粉末을 10% 含有한 人工飼料로 5齡期의 누에를 飼育한 結果 飼料중 蛋白質(大豆粕을 使用)含量的 多少가 5齡期의 成長 및 繭質에 미치는 影響이 淸單단 아니라 造卵性에도 影響을 주므로 適量의 大豆粕 添加를 強調하였다.

또한 大豆粕粉末 添加量의 多少가 飼料의 絹生産効率에도 影響을 주고 특히 添加量이 적은 경우 繭層比率이 현저히 낮다고 報告하였다.

炭水化物은 일반적으로 누에의 에너지源으로 利用된 뿐만 아니라 그 一部는 脂肪酸의 合成이나 아미노산의 合成에 利用되는 것이 널리 알려져 있다.

堀江(1959)<sup>(11)</sup>는 桑葉育試驗에서 아래와 같은 事實을 報告하였다. 즉 單糖類는 直接 吸收되고 寡糖類는 消化管組織내의 分解酵素에 의하여 分解되고 Starch 등의 多糖類는 消化管 內腔에서 分泌된 分解酵素에 의하여 分解吸收된다고 하였다.

Mukaiyama, F. et al. (1964)<sup>(41)</sup>에 의하면 幼蟲의 血液속 에 血糖과 脂肪組織속 에 Glycogen에 있어서 Dextrin이나 Starch를 添加하였을 경우 正當蠶에서는 消化液Amylase 活性이 매우 增加하나 Amylase活性이 약한 突然變異系統의 누에에 있어서는 增加하지 않았다. 한편 Amylase 活性이 약한 突然變異系統의 누에를 桑葉으로 飼育하였을 때에는 血糖과 Glycogen이 合成되었으나 Starch를 添加하여도 Starch의 營養效果가 없었다고 報告하였다. 換言하면 누에가 攝取한 炭水化物은 脂肪組織의 Glycogen과 血液의 Trehalose 合成에 利用된다.

따라서 兩者의 增加量을 檢討한 結果 누에가 攝取한 炭水化物의 營養價를 短時間내에 알수 있다고 堀江등(1961)<sup>(12)</sup>은 報告하였으며 또 絶食蠶에 炭水化物을 給與하여 絶食生命時數를 보면 炭水化物의 營養價를 判定할 수 있다고 하였다 [伊藤등(1961)<sup>(18)</sup>]. 그 結果 單糖類로서 有効한 것은 Glucose, Fructose이며 Pentose, Sorbose는 有効하지 않았다.

以上을 綜合하여 볼때에 누에의 量的 營養要求에 關한 研究는 人工飼料에 의하여 급속히 發展하였는데 蛋白質의 種類와 炭水化物의 種類에 따라 누에의 營養價에 差異가 있으며 飼料중 炭水化物 含量과 蛋白質 含量과의 相互比率이 누에의 成長에 影響을 미친다는 研究結果가 報告되었을 뿐이고 그밖의 營養要求에 關하여는 未開拓部分이 많다고 思料된다.

### 2. 消化酵素

누에의 消化酵素에 關한 研究는 Sawamura, S. (1902)<sup>(45)</sup>에 의해서 처음 시작된 以來, 그동안 많은 學者들에 의해서 이루어지고 있다. 즉 消化酵素存在에 있어서

Amylase는 消化液<sup>(2,6,11,28,30,35,37,45,47)</sup>, 中腸組織<sup>(2,6,11)</sup>, 血液<sup>(8,35,47)</sup>, 唾腺<sup>(40)</sup> 중에서, Sucrase는 中腸組織<sup>(11)</sup>, 血液<sup>(6)</sup> 중에서, Proteinase는 消化液<sup>(2,5,47)</sup>, 中腸組織<sup>(2,15,49)</sup>, 血液<sup>(47)</sup> 중에서 각각 그 존재가 認定되었는데 그중에서 Amylase와 Proteinase는 消化液중에 존재하는 것이 가장 活性이 강하다고 堀江(1959)<sup>(11)</sup>, 伊藤(1959)<sup>(15)</sup>는 報告하였다.

消化酵素作用에 관하여 살펴보면 Amylase의 最適 pH는 消化液에서 9.2<sup>(2,11,47)</sup>, 中腸組織에서 8.0<sup>(2,7)</sup>, 血液에서 7.0<sup>(35,47)</sup>이라는 것이 각각 報告되었으며 Sucrase의 最適 pH는 中腸에서 6.4<sup>(32,34)</sup>라고 報告되었고, Proteinase의 最適 pH는 消化液에서나 中腸組織에서나 다같이 11.0~11.5<sup>(2,15,47)</sup>이라고 報告되고 있는데 최근 浜野 등(1970)<sup>(13)</sup>의 報告에 의하면 消化液 Proteinase 活性의 最適 pH는 基質에 따라서 多少 差異가 생겨서 Hanmarten Casein의 경우에는 11.5, Gluten의 경우에는 11.0, Gelatin의 경우에는 9.7이라고 하였다. 藤井 등(1930)<sup>(2)</sup>의 報告에 의하면 消化液중 澱粉 및 蛋白質分解酵素에 관하여, 누에를 絶食시킬 경우 酵素量은 일시적으로 增加하나 다시 減少한다고 하였는데 그 減少되는 정도는 澱粉分解酵素가 蛋白質分解酵素보다 크다고 하였으며 5齡期에 있어서 發育에 따른 酵素量의 變化는 起蠶 때가 많고 2~3日째에 일시적으로 減少하였다가 다시 增加한 후 계속 盛食期까지 유지하다가 熟蠶이 되면은 다시 減少한다고 하였고 또 松村(1951)<sup>(38)</sup>에 의하면 健康한 누에는 軟化病에 걸린 누에보다 澱粉 및 蛋白質分解酵素의 酵素量이 많다고 하였다.

山藤(1932)<sup>(47)</sup>의 報告에 의하면 血液 Amylase作用은 누에를 絶食시키면 현저히 分解力이 增加한다고 하였다.

松村(1933)<sup>(36)</sup>에 의하면 血液내 糖量의 增加와 血液내 Amylase作用은 正의 相關關係가 있다고 하였으며 단일 日照不足桑을 給與하면 血液내 糖量 및 Amylase作用이 減少한다고 하였다. 또한 松村(1935)<sup>(37)</sup>에 의하면 消化液 Amylase型(+/-)의 差異는 卵, 幼虫, 蛹, 蛾의 4期를 통하여 항상 認定되었으며 특히 幼虫에 있어서는 齡別로도 差異가 있는데 5齡期 누에에 있어서 +/-型의 差異가 뚜렷하게 나타났으며 +型에 비해 -型은 거의 Amylase作用을 認定할 수 없다고 하였다.

또한 消化液 Amylase+型은 -型에 비하여 澱粉을 分解하여 還元糖을 生成하는 作用이 왕성하여 血糖量을 增加시키며 澱粉을 주사하면 血液 Amylase+型은 -型에 비하여 血液내에 있어서 澱粉分解作用이 왕성하다고 하였다.

松村(1951)<sup>(39)</sup>, 平田 등(1969)<sup>(9,10)</sup>에 의하면 消化液 Amylase 活性은 品種에 따라서 差異가 있는데 活性이

극히 강한것(+)과 活性이 거의 없는것(-)으로 大別할 수 있고 그 差異는 第8染色體상에 있는 遺傳子에 의해서 支配된다고 하였다.

堀江(1959)<sup>(11)</sup>는 누에가 攝取된 桑葉중 炭水化物の 대부분을 代謝를 위한 에네르기源으로 利用된다고 하였다. 즉 消化吸收된 炭水化물은 Glycogen 및 Trehalose로 蓄積되었다가 必要에 따라 分解되며 각 組織에 供給된다고 하였다.

伊藤 등(1961)<sup>(18)</sup>은 누에가 桑葉중의 澱粉을 利用하는 것으로 보아 人工飼料중 澱粉도 약간은 消化된다고 생각하였으며 平塚(1917)<sup>(8)</sup>, 加藤(1931)<sup>(28)</sup>는 비록 누에가 澱粉을 利用한다 하더라도 그 利用率은 높지 않을 것이라고 하였다.

최근 準合成飼料育에 있어서 著者(1973)<sup>(31,32,33)</sup>와 浦野(1971)<sup>(43)</sup>는 飼料중 糖과 蛋白質과의 量比에 있어서 糖의 含量이 적은 實驗區에서 消化液 Amylase 活性이 강하다고 보고하고 있으며 또한 著者(1973)<sup>(32,34)</sup>, 大沢(1971)<sup>(44)</sup>는 飼料중 糖과 蛋白質과의 量比에 있어서 蛋白質 含量이 많은 實驗區에서 消化液 protease 活性이 강하다고 報告하고 있다.

以上을 綜合하여 볼때 누에의 消化酵素에 관한 研究는 일찍이 松村(1924)<sup>(35)</sup> 등 많은 學者들에 의해서 행하여져 왔는데 지금까지 研究된 것은 주로 消化酵素의 存在와 일반적인 消化酵素의 作用에 대해서만 많은 研究가 되었을뿐 飼料組成 등 人工飼料와 관련된 消化酵素의 作用에 관한 研究는 거의 없는 實情이다.

### Ⅲ. 材料 및 方法

#### 1. 供試누에品種

現獎勵蠶品種인 韓生1號×韓生2號를 사용하였다.

#### 2. 試驗期間

1973年 3月부터 1974年 10월까지 試驗하였으며 누에의 飼育은 1973年 8월에 서울大學校 農科大學 蠶絲學科 蠶室에서 하였다.

飼育에 있어서는 掃蠶부터 4齡期까지를 標準飼料인 C飼料로 大量飼育하고 5齡起蠶부터 9種의 人工飼料區와 純桑葉區로 나누어 각각 飼育하였다.

消化液 Amylase 活性 測定은 1973年 10월에 행하였으며 飼料의 消化調査는 1973年 12월에 하였고 蠶糞의 一般化學成分은 蠶糞을 60°C의 通風乾燥器 내에서 24時間 乾燥시킨 후 다시 105°C에서 乾燥시켜 無水狀態로 保管하였다가 1974年 10월에 分析하였다.

#### 3. 試驗設計

5齡起蠶부터 9種의 人工飼料區와 桑葉區로, 雌雄 각각 10頭씩 2反覆 完全任意로 배치하여 사레에 비닐을 덮

| 5 齡 日 數     | 1 日  | 2 日  | 3 日  | 4 日  | 5 日  | 6 日  | 7 日  | 8 日  | 9 日  |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 給餌量(新鮮量, g) | 5    | 10   | 15   | 17   | 20   | 25   | 25   | 30   | 30   |
| 飼育溫度(°C)    | 25.6 | 26.5 | 25.8 | 26.5 | 25.0 | 24.8 | 23.5 | 24.5 | 23.8 |
| 飼育濕度(%)     | 86   | 82   | 90   | 90   | 85   | 81   | 90   | 85   | 81   |

Table 1. Composition of artificial diet containing different level of protein(g)

| 飼料成分                                  | 飼料 A | 飼料 B  | 飼料 C  | 飼料 D  | 飼料 E  | 飼料 F  |
|---------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Muberry leaf powder <sup>(1)</sup>    | 50.0 | 50.0  | 50.0  | 50.0  | 50.0  | 5.00  |
| Soybean meal, defatted <sup>(2)</sup> | 0.0  | 10.0  | 20.0  | 30.0  | 40.0  | 50.0  |
| Sucrose                               | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| Ascorbic acid                         | 2.0  | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0   |
| Cellulose powder                      | 8.0  | 8.0   | 8.0   | 8.0   | 8.0   | 8.0   |
| Potato starch                         | 20.0 | 20.0  | 20.0  | 20.0  | 20.0  | 20.0  |
| Powdered agar                         | 12.0 | 12.0  | 12.0  | 12.0  | 12.0  | 12.0  |
| Citric acid                           | 0.5  | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.5   |
| Potassium phosphate                   | 1.0  | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| Total                                 | 93.5 | 103.5 | 113.5 | 123.5 | 133.5 | 143.5 |
| Vitamin B mixture <sup>(3)</sup>      | 0.1  | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.1   |
| Antiseptic <sup>(4)</sup>             | 0.1  | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.1   |
| Antibiotic <sup>(5)</sup>             | 0.02 | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.02  |
| Dis. water (per g dry diet)ml         | 2.7  | 2.7   | 2.7   | 2.7   | 2.7   | 2.7   |

(1) 粗蛋白質 23.5%인 改良鼠返의 桑葉粉末를 사용했음

(2) 粗蛋白質 49.4%인 改良鼠返의 桑葉粉末를 사용했음

(3) biotin 20mg, pantothenic acid 750mg, choline chloride 7,500mg, folic acid 10mg, inositol 10,000 mg, nicotinic acid 500mg, pyridoxine 150mg, riboflavin 100mg, thiamin 100mg per 500ml dist. water

(4) propionic acid 0.1ml per g dry diet

(5) spiramycine solution KYOWA 50 (spiramycine 50 mg per ml) 0.01ml per g dry diet

Table 2. Composition of artificial diet containing different level of carbohydrate(g)

| 飼料成分                                  | 飼料 G  | 飼料 H  | 飼料 I  |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| Muberry leaf powder <sup>(1)</sup>    | 50.0  | 50.0  | 50.0  |
| Sucrose                               | 10.0  | 20.0  | 30.0  |
| Soybean meal, defatted <sup>(2)</sup> | 20.0  | 20.0  | 20.0  |
| Ascorbic acid                         | 2.0   | 2.0   | 2.0   |
| Cellulose powder                      | 8.0   | 8.0   | 8.0   |
| Potato starch                         | 20.0  | 20.0  | 20.0  |
| Powdered agar                         | 12.0  | 12.0  | 12.0  |
| Citric acid                           | 0.5   | 0.5   | 0.5   |
| Potassium phosphate                   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| Total                                 | 123.5 | 133.5 | 143.5 |
| Vitamin B mixture <sup>(3)</sup>      | 0.1   | 0.1   | 0.1   |
| Antiseptic <sup>(4)</sup>             | 0.1   | 0.1   | 0.1   |
| Antibiotic <sup>(5)</sup>             | 0.02  | 0.02  | 0.02  |
| Dis. water (per g dry diet)ml         | 2.7   | 2.7   | 2.7   |

(1)(2)(3)(4)(5)는 Table 1과 同一한.

어 飼育하였으며 1日 1回 給餌하였다.

1日 10頭當 給餌量 및 飼育溫濕度는 위의 表에 표시 하였다.

#### 4. 試驗飼料

桑葉粉末이 함유된 人工飼料를 사용해서 蛋白質含量 만을 增加시켰고 또한 炭水化物 含量만을 增加시켰다.

즉 飼料組成중 蛋白質 給源으로서 위의 Table 1과 같이 大豆粕을 사용했으며 大豆粕 含量은 알맞다고 생각되는 C飼料를 基準으로 하여 A飼料는 0g, B飼料는 10g, D飼料는 30g, E飼料는 40g, F飼料는 50g의 大豆粕을 넣었다.

또 飼料組成중 炭水化物 給源으로서 원편의 Table 2와 같이 蔗糖을 사용했고 炭水化物 含量이 알맞다고 생각되는 C飼料를 基準으로 하여 G飼料는 10g, H飼料는 20g, I飼料는 30g의 蔗糖을 넣었다.

#### 5. 糞葉의 化學的 分析方法<sup>(29,46)</sup>

粗蛋白質 :

Kjedahl flask 500ml에 試料 0.7g정도를 취하고 分解 促進劑 6~7g을 넣고 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10cc를 넣고 2시간가량 完全分解한다(검은색에서 완전청색이 될때까지).

25°C 이하로 冷却시킨 후 蒸溜水 250ml를 넣고 Zn 3~4를 넣고 50% NaOH 1 : Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5로 混合指示藥 40~45cc를 넣는다.

4% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 溶液 25ml를 三角 flask에 넣는다.  
混合指示藥을 넣은 内容物이 완전히 섞이도록 flask를

$$\text{Crude protein (\%)} = \frac{0.1N \text{ HCl ml} \times 1.4 \times 6.25 \times 0.1N \text{ HCl factor}}{\text{Sample g}} \times 100$$

**粗脂肪 :**

試料 약 2g정도를 秤量하여 No. 2 여지에 싣다. 여지에 싣은 試料를 100~105°C oven에 3시간 乾燥後 desicator에 放冷시킨 후 秤量한다.

Soxhlet에다 8시간 抽出시킨 후 다시 100~105°C oven에다 6시간 이상 乾燥시킨 후 desicator에 放冷시킨 후 秤量한다.

$$\text{crude fat (\%)} = \frac{\text{抽出前重量} - \text{抽出後重量}}{\text{Sample重量}} \times 100$$

**粗纖維 :**

脂肪을 뺀 試料를(1.25%) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액 200ml를 넣고 30분간 강하게 끓인다.

이때 三角 flask를 5분, 10분, 10분, 5분마다 회전하여 흔들어서 内容物이 완전히 混合하게 하고 뜨거운 蒸溜水로 flask벽에 묻은 内容物을 씻어내린다.

즉시 fluted funnel에 filter cloth linen을 사용하여 여과시키고 뜨거운 蒸溜水로 씻어내어 酸性을 완전히 제거한다.

1.25% NaOH溶液 200ml를 미리 加熱하여 위의 여과전에 남은 찌거기를 三角 flask에 씻어 내린 후 condenser에 연결하여 30분간 강하게 끓인다. 이때도 5분, 10분, 10분, 5분마다 회전하여 흔들면서 蒸溜水로 씻어 내린다.

이것을 충분히 asbestos를 깔 gooch crucible로 여과시킨다. 뜨거운 蒸溜水로 철저히 알카리성을 제거시킨 후 약 10~15ml의 alcohol로 씻는다.

crucible과 内容物을 100~105°C에 8시간이상 乾燥시킨 후 desicator에 넣고 放冷후 秤量한 다음 500°C furnace에 30분간 태워 炭素含有物을 제거한 후 desicator에 넣고 放冷한 후 秤量한다.

$$\text{crude fiber (\%)} = \frac{\text{乾燥後總重量} - \text{灰化後總重量}}{\text{Sample重量}} \times 100$$

**粗灰分 :**

Crucible 무게를 달아놓은 후 試料 2g정도를 달아놓고 550°C furnace에 4시간동안 태운다.

$$\text{Crude Ash (\%)} = \frac{\text{灰化後總重量} - \text{Crucible重量}}{\text{Sample重量}} \times 100$$

可溶無氮素物 (Nitrogen free extract) :

$$\text{NFE (\%)} = 100 - (\text{水分} + \text{粗蛋白質} + \text{粗脂肪} + \text{粗纖維} +$$

粗灰分의 含量 %)

잘 흔들어서 NH<sub>3</sub>가 완전히 蒸溜될때까지 加熱한다.  
붕산내의 混合指示藥의 붉은색은 NH<sub>3</sub>가 넘어와서 NH<sub>4</sub>BO<sub>2</sub>가 생기면 청색으로 된다.

NH<sub>4</sub>BO<sub>2</sub>의 定量을 0.1N-HCl로 滴定하여 決定한다 (HCl이 들어가면 청색에서 회색이 될때까지).

粗灰分의 含量 %)

**6. Amylase活性的 測定方法**

酵素液은 5齡 8日째 幼蟲 解剖法<sup>(32,33)</sup>에 따라 消化液을 채취하여 冷凍器에 保存했다가 수시로 20배로 희석해서 酵素液을 만들어 사용하였다.

Amylase의 活性은 前報<sup>(8,32,33)</sup>와 같이 測定하여 Blue value로서 活性度를 표시하였다.

즉 試驗管에 0.6%의 可溶性 澱粉液 1ml와 pH 9.2의 완충액 1ml를 混合시킨 試驗管을 37°C의 恒溫水槽에 10分間 放置한 후 이것에 1ml의 酵素液을 添加해서 反應 30分 후에는 5.0ml의 0.5N冰醋酸液을 가하여 反應을 정지시켰다.

그후 5.0ml의 N/3,000 沃素液을 가하여 發色시킨 후 光電比色計(日立 101型)에 의하여 700mμ에서 比色하였다.

$$\text{Blue value} = DB_{\text{mg st}}^{37^{\circ}30'} = 6 \times \frac{D_0 - D}{D_0} \times 100 \div 10$$

DB : Degree of blue

D<sub>0</sub> : 對照反應液의 吸光度

D : 供試反應液의 吸光度

**7. 調査項目**

1) 幼蟲의 增體量<sup>(7)</sup> : 5齡 8日째의 體重에서 5齡起蠶의 體重을 뺀것으로 표시하였다.

2) 乾物食下量, 近似乾物消化量 및 消化率<sup>(27)</sup> : 乾物量(水分含量 약 7~9%)에 대한 것이며 다음과 같이 算出하였다.

$$\begin{aligned} \text{乾物食下量(g)} &= \text{乾物給餌量} - \text{乾物殘餌量. 近似乾物消化量(g)} = \text{乾物食下量} - \text{乾物糞尿量. 近似乾物消化率(\%)} \\ &= \frac{\text{近似乾物消化量}}{\text{乾物食下量}} \times 100 \end{aligned}$$

3) 飼料効率<sup>(7)</sup> : 幼蟲體重 100g를 增加시키는데 필요한 乾物食下量과 繭重 및 繭層重 10g을 生産하는데 필요한 乾物食下量으로 표시하였다.

**IV. 實驗結果**

5齡期에 있어서 飼料중 蛋白質含量을 變化시킨 6種의 人工飼料 및 炭水化合物含量을 變化시킨 3種의 人工飼料區와 純桑葉區로 각각 飼育하여 調査한 누에의 綜合的인 成績을 Table 3에 표시하였다.

**Table 3.** Effects of the level of dietary soybean meal and sucrose on the growth rate, feed efficiency, nutrients digestibility and amylase activity of larvae at 5th instar

| Investigated items  |   | Amount of soybean meal (g) |         |                 |         |         | Amount of sucrose (g) |         |         |         |
|---|---|----------------------------|---------|-----------------|---------|---------|-----------------------|---------|---------|---------|
|   |   | 0                          | 10      | 20<br>(control) | 30      | 40      | 50                    | 10      | 20      | 30      |
| Body weight gain<br>(g per larva)   | ♀ | 2.17                       | 2.63    | 3.02            | 3.44    | 3.47    | 3.24                  | 2.75    | 2.81    | 2.52    |
|   | ♂ | 1.99                       | 2.68    | 2.70            | 2.66    | 2.71    | 2.53                  | 2.33    | 2.17    | 1.82    |
| Cocoon weight<br>(g per cocoon)   | ♀ | 0.94                       | 1.18    | 1.34            | 1.50    | 1.62    | 1.53                  | 1.29    | 1.23    | 1.10    |
|   | ♂ | 0.75                       | 1.09    | 1.14            | 1.21    | 1.35    | 1.22                  | 1.09    | 1.08    | 0.87    |
| Weight of cocoon layer<br>(cg per cocoon)   | ♀ | 10                         | 18      | 22              | 25      | 26      | 24                    | 16      | 13      | 11      |
|   | ♂ | 11                         | 20      | 22              | 25      | 28      | 25                    | 19      | 16      | 10      |
| Rate of cocoon layer (%)  | ♀ | 10.6                       | 15.3    | 16.4            | 16.7    | 16.1    | 15.7                  | 12.2    | 10.6    | 10.0    |
|   | ♂ | 14.7                       | 18.3    | 19.3            | 20.7    | 20.7    | 20.5                  | 17.6    | 14.8    | 11.4    |
| Amount of dry diet ingested<br>for 100g of body weight<br>gain(g per larva)                       | ♀ | 110,714                    | 97,574  | 86,715          | 78,715  | 75,994  | 71,688                | 78,807  | 68,548  | 62,948  |
|   | ♂ | 100,779                    | 96,612  | 90,730          | 90,256  | 90,487  | 87,885                | 94,185  | 78,959  | 72,951  |
| Amount of dry diet ingested<br>for production of 10g of co-<br>coon weight (g per larva)          | ♀ | 22,829                     | 21,747  | 19,543          | 18,052  | 16,278  | 15,181                | 18,021  | 15,660  | 14,420  |
|   | ♂ | 26,740                     | 23,754  | 21,489          | 19,841  | 18,164  | 18,225                | 20,133  | 15,865  | 15,261  |
| Amount of dry diet ingested<br>for production of 10g of co-<br>coon layer weight (g per<br>larva) | ♀ | 214,590                    | 142,567 | 119,036         | 108,312 | 101,423 | 66,779                | 145,300 | 148,169 | 144,209 |
|   | ♂ | 182,318                    | 129,460 | 111,350         | 96,032  | 87,579  | 88,940                | 115,500 | 107,088 | 132,770 |
| Amount of dry diet ingested<br>(g per larva)  | ♀ | 2.4459                     | 2.5662  | 2.6188          | 2.7078  | 2.6370  | 2.3227                | 2.3248  | 1.9262  | 1.5863  |
|   | ♂ | 2.0055                     | 2.5892  | 2.4497          | 2.4008  | 2.4522  | 2.2235                | 2.1945  | 1.7134  | 1.3277  |
| Amount of dry diet digested<br>(g per larva)  | ♀ | 0.3546                     | 0.5825  | 0.6514          | 0.6866  | 0.8476  | 0.7134                | 0.7425  | 0.6004  | 0.5963  |
|   | ♂ | 0.3702                     | 0.5945  | 0.6219          | 0.6616  | 0.7451  | 0.6925                | 0.6772  | 0.4358  | 0.4814  |
| Digestibility (%)   | ♀ | 16.5                       | 22.7    | 24.9            | 25.4    | 32.1    | 30.7                  | 31.9    | 31.2    | 37.6    |
|   | ♂ | 18.5                       | 23.0    | 25.4            | 27.6    | 30.4    | 31.2                  | 30.9    | 25.4    | 36.3    |
| Water in dry feces (%)  | ♀ | 7.10                       | 8.46    | 8.06            | 8.28    | 8.16    | 7.94                  | 7.99    | 7.86    | 8.12    |
|   | ♂ | 8.42                       | 8.09    | 8.02            | 7.85    | 7.71    | 7.62                  | 7.69    | 8.38    | 9.52    |
| Crude protein in dry feces<br>(%)   | ♀ | 6.90                       | 8.82    | 10.77           | 12.34   | 14.35   | 15.26                 | 9.66    | 8.94    | 8.76    |
|   | ♂ | 7.00                       | 8.89    | 11.09           | 12.94   | 14.93   | 16.01                 | 9.90    | 8.87    | 8.98    |
| Crude fat in dry feces (%)  | ♀ | 0.58                       | 0.65    | 0.84            | 0.91    | 1.35    | 0.69                  | 0.96    | 0.53    | 0.41    |
|   | ♂ | 0.18                       | 0.25    | 0.48            | 0.54    | 0.55    | 0.24                  | 0.38    | 0.35    | 0.53    |
| Crude fiber in dry feces(%)   | ♀ | 14.77                      | 15.20   | 15.00           | 14.80   | 13.90   | 13.80                 | 14.32   | 13.53   | 12.89   |
|   | ♂ | 14.89                      | 15.21   | 14.68           | 14.66   | 14.94   | 13.85                 | 14.27   | 13.84   | 13.08   |
| Crude ash in dry feces(%)   | ♀ | 6.35                       | 6.86    | 7.28            | 7.18    | 7.12    | 7.21                  | 6.84    | 6.38    | 5.89    |
|   | ♂ | 6.76                       | 7.44    | 7.63            | 7.37    | 7.40    | 7.49                  | 7.13    | 6.73    | 5.99    |
| Nitrogen free extract in dry<br>feces (%)   | ♀ | 62.30                      | 60.01   | 58.05           | 56.49   | 55.07   | 55.10                 | 60.23   | 62.76   | 63.91   |
|   | ♂ | 62.75                      | 60.12   | 58.10           | 56.64   | 54.47   | 54.79                 | 60.71   | 62.52   | 63.06   |
| Amylase activity of diges-<br>tive juice (Blue value)   | ♀ | 9.8                        | 9.1     | 5.2*<br>(4.4)** | 5.2     | 5.4     | 8.8                   | (7.9)   | (8.6)   | (8.5)   |
|   | ♂ | 11.2                       | 10.4    | 7.6(6.0)        | 6.5     | 6.5     | 9.6                   | (9.8)   | (8.6)   | (9.5)   |

\* Data observed on 2nd of October

\*\* Data observed on 30th of October

1. 5齡期에 있어서 人工飼料중 蛋白質含量的 增加가 누에의 形質에 미치는 影響

가. 幼蟲의 增體量

幼蟲의 成長狀態를 參考하기 위하여 5齡日數別 幼蟲 體重을 Table 4에 表示하였다. 즉 Table 4에서 雌幼蟲의 體重은 飼料중 大豆粕을 많이 넣은 경우(30g, 40g, 50g)

가 적게 넣은 경우(0g, 10g, 20g)보다 極度重에 달하는 日數가 다소 빠르다. 따라서 飼料중 蛋白質 含量이 많은 飼料를 먹은 幼蟲일수록 다소 幼蟲經過가 빠름을 알 수 있다.

또 雄蟲幼의 體重도 雌幼蟲과 대개 같은 傾向이었다.

Fig. 1에서와 같이 雌幼蟲의 增體量은 飼料중 大豆

**Table 4.** Effect of amount of soybean meal on the change of body weight during the 5th instar (g per larva)

| Amount of soybean meal |   | Age in days |      |      |      |      |      |      |      |        |
|------------------------|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
|                        |   | 0*          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9      |
| 0                      | ♀ | 0.69        | 0.94 | 1.27 | 1.63 | 2.01 | 2.23 | 2.64 | 2.86 | 3.01   |
|                        | ♂ | 0.60        | 0.86 | 1.11 | 1.43 | 1.78 | 2.05 | 2.38 | 2.59 | 2.66   |
| 10                     | ♀ | 0.68        | 0.96 | 1.36 | 1.70 | 2.24 | 2.71 | 2.97 | 3.31 | 3.62   |
|                        | ♂ | 0.60        | 0.86 | 1.21 | 1.67 | 2.05 | 2.46 | 3.05 | 3.82 | 2.98** |
| 20                     | ♀ | 0.69        | 0.99 | 1.40 | 1.80 | 2.34 | 2.93 | 3.37 | 3.71 | 3.76   |
|                        | ♂ | 0.60        | 0.88 | 1.26 | 1.62 | 2.15 | 2.69 | 3.10 | 3.30 | 3.18** |
| 30                     | ♀ | 0.72        | 1.00 | 1.51 | 2.04 | 2.54 | 3.16 | 3.59 | 4.16 | 3.94** |
|                        | ♂ | 0.59        | 0.89 | 1.29 | 1.64 | 2.12 | 2.62 | 2.96 | 3.25 | 2.98** |
| 40                     | ♀ | 0.70        | 1.00 | 1.40 | 1.85 | 2.49 | 3.17 | 3.62 | 4.17 | 3.95** |
|                        | ♂ | 0.58        | 0.87 | 1.25 | 1.73 | 2.23 | 2.76 | 3.11 | 3.29 | 3.08** |
| 50                     | ♀ | 0.60        | 0.94 | 1.32 | 2.02 | 2.56 | 3.14 | 3.62 | 3.92 | 3.56** |
|                        | ♂ | 0.58        | 0.86 | 1.23 | 1.76 | 2.17 | 2.61 | 2.96 | 3.11 | 2.64*  |

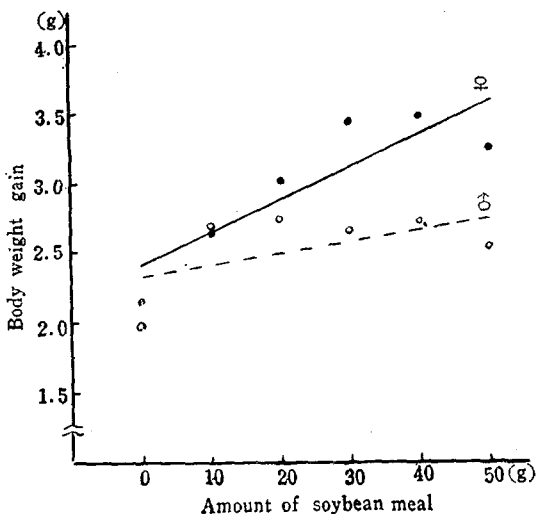
\* Immediately after 4th molting

\*\*Matured larvae

粕含量的 증가에 比例한 것으로 보아 蛋白質含量이 많을수록 幼蟲의 成長이 良好함을 알 수 있다. 또 雄幼蟲의 增體量도 雌幼蟲의 增體量과 대개 같은 傾向이었으나 大豆粕 含量의 增加와 幼蟲의 增體量간에는 一定한 相關關係가 없었다.

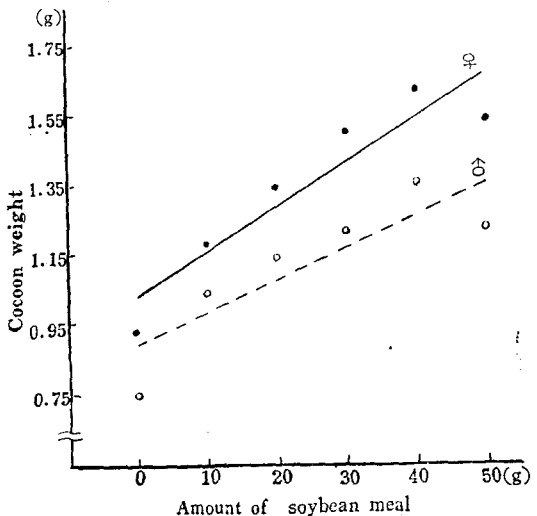
에 比例하여 무거웠으며 雌雄의 繭層重도 飼料중 大豆粕含量的 增加에 比例하여 무거웠다(Fig. 3참조).

이와같이 飼料중 蛋白質含量이 많을수록 繭質이 良好함을 알 수 있다.



**Fig. 1.** Correlation between body weight gain and amount of soybean meal.

$$\begin{aligned} \text{♀} : y &= 0.0235x + 2.4028 \\ r &= 0.87^*, \text{ sbyx} = 0.013 \\ \text{♂} : y &= 0.0078x + 2.3485 \\ r &= 0.53, \text{ sbyx} = 0.007 \end{aligned}$$



**Fig. 2.** Correlation between cocoon weight and amount of soybean meal.

$$\begin{aligned} \text{♀} : y &= 0.0126x + 1.0352 \\ r &= 0.93^{**}, \text{ sbyx} = 0.0068 \\ \text{♂} : y &= 0.0091x + 0.8980 \\ r &= 0.84^*, \text{ sbyx} = 0.0054 \end{aligned}$$

나. 繭 質

Fig. 2에서 雌雄의 繭重은 飼料중 大豆粕 含量의 增

나. 幼蟲의 食下量, 消化量 및 消化率

乾物食下量, 近似乾物消化量 및 消化率을 Fig. 4,

Fig. 5 및 Fig. 6에 표시하였다.



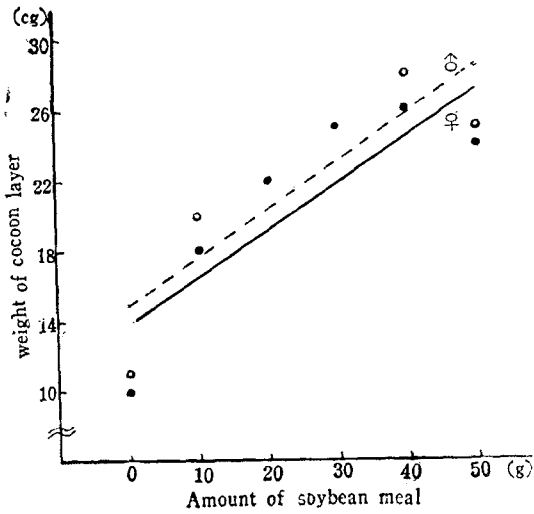


Fig. 3. Correlation between weight of cocoon layer and amount of soybean meal.

$$\begin{aligned} \text{♀} : y &= 0.2771x + 13.9047 \\ r &= 0.86^*, \text{ sbyx} = 0.1607 \\ \text{♂} : y &= 0.2771x + 14.9047 \\ r &= 0.87^*, \text{ sbyx} = 0.1593 \end{aligned}$$

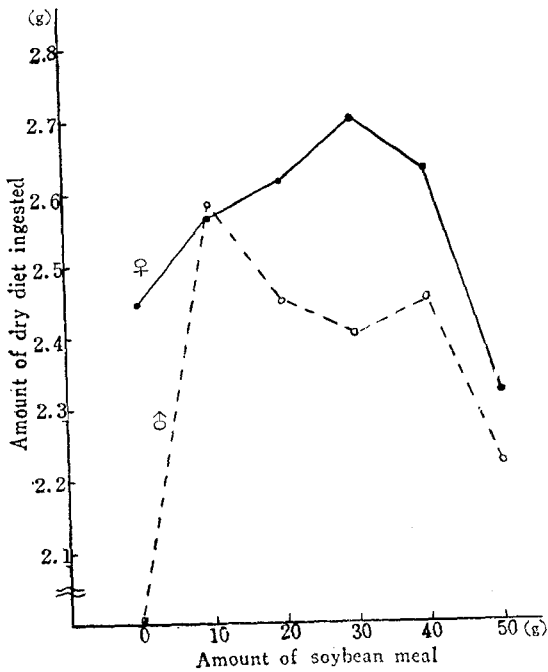


Fig. 4. Relationship between amount of dry diet ingested and amount of soybean meal.

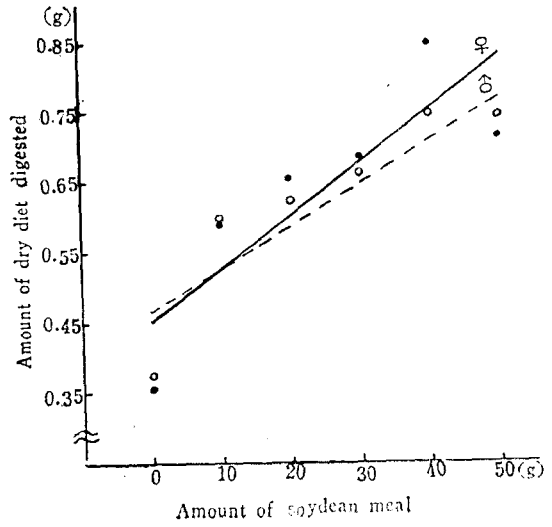


Fig. 5. Correlation between amount of dry diet digested and amount of soybean meal.

$$\begin{aligned} \text{♀} : y &= 0.0749x + 0.45188 \\ r &= 0.85^*, \text{ sbyx} = 0.0432 \\ \text{♂} : y &= 0.0600x + 0.46408 \\ r &= 0.86^*, \text{ sbyx} = 0.0348 \end{aligned}$$

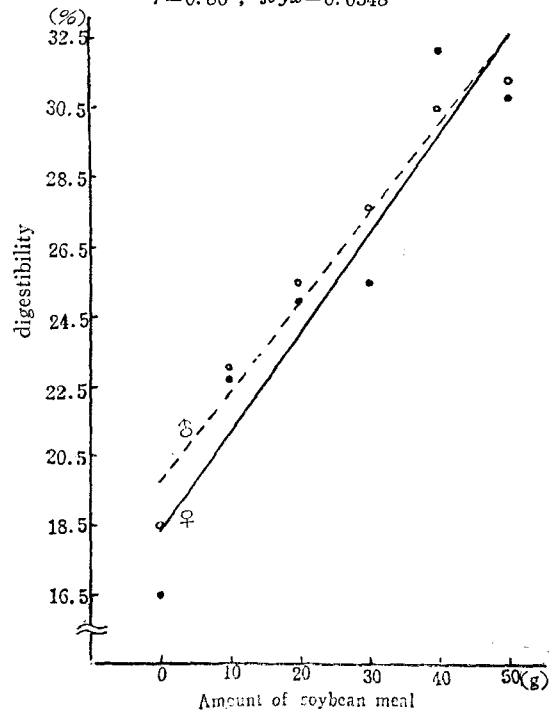


Fig. 6. Correlation between apparent digestibility and amount of soybean meal.

$$\begin{aligned} \text{♀} : y &= 0.2825x + 18.3190 \\ r &= 0.94^{**}, \text{ sbyx} = 0.1509 \\ \text{♂} : y &= 0.2511x + 19.7380 \\ r &= 0.97^{**}, \text{ sbyx} = 0.1294 \end{aligned}$$

즉 Fig 4에서 雌雄幼蟲의 乾物食下量은 飼料중 大豆 粕含量의 增加와 一定한 相關關係가 없었는데 이것은 增體量이 적은 幼蟲은 많은 幼蟲보다 食下量이 적었음을 意味한다.

또한 Fig.5에서 雌雄幼蟲의 近似乾物消化量은 飼料중 大豆粕含量의 增加에 비례하여 많았으며 飼料중 大豆粕含量이 많아짐에 따라 雌雄幼蟲의 近似乾物消化率도 비례하여 높았다(Fig. 6참조).

이상과 같이 飼料중 蛋白質含量이 많을수록 幼蟲의 消化量 및 消化率이 높은 것은 일반적으로 幼蟲體내 蛋白質分解酵素의 活性이 강하여지기 때문이라고 생각된다.

라. 糞糞의 粗蛋白質 및 可溶無窒素物含量  
糞糞의 粗蛋白質含量 및 可溶無窒素物含量을 Fig.7 및 Fig.8에 표시하였다.

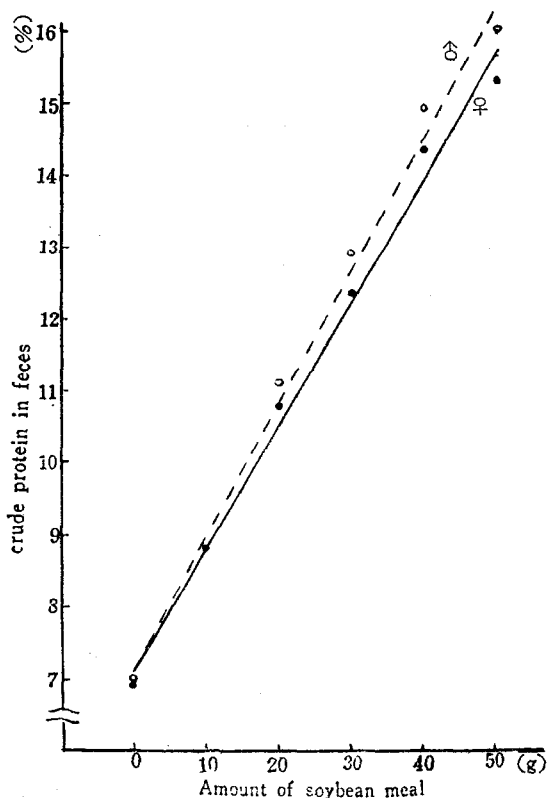


Fig. 7. Correlation between crude protein content in feces and amount of soybean meal.

$\bullet : y = 0.1713x + 7.1238$   
 $r = 0.99^{**}, sbyx = 0.45$   
 $\circ : y = 0.1858x + 7.1657$   
 $r = 0.92^{**}, sbyx = 0.35$

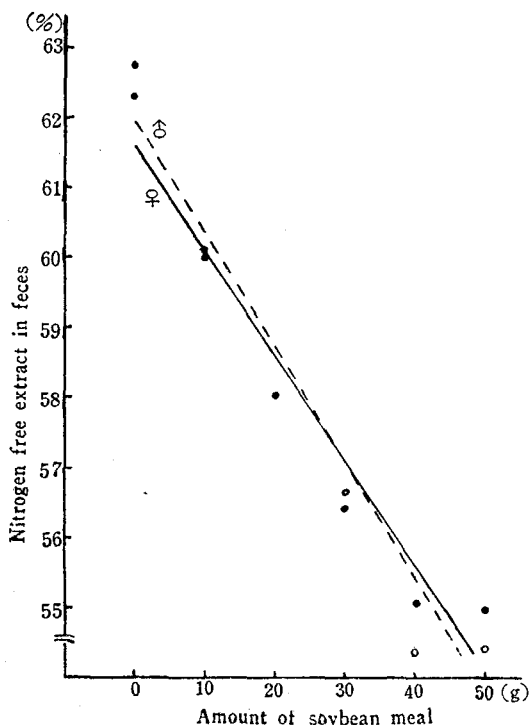


Fig. 8. Correlation between nitrogen free extract in feces and amount of soybean meal.

$\bullet : y = -0.1497x + 61.5780$   
 $r = -0.97^{**}, sbyx = 0.03$   
 $\circ : y = -0.1663x + 61.9695$   
 $r = -0.97^{**}, sbyx = 0.03$

즉 Fig.7에서 雌雄幼蟲의 糞糞의 粗蛋白質含量은 飼料중 大豆粕含量이 增加할수록 增加하였고 雌雄幼蟲의 糞糞의 可溶無窒素物含量은 飼料중 大豆粕含量이 增加함에 따라서 減少하였다(Fig. 8 참조).

이 結果에서 5齡幼蟲은 蛋白質含量이 많은 飼料를 먹 일수록 排泄物로 蛋白質을 많이 排泄시키는 반면에 炭水化合物의 吸收利用率이 높아진다고 생각된다.

나. 幼蟲의 消化液 Amylase活性

幼蟲의 消化液 Amylase活性을 Fig.9에 표시하였다. 즉 雌雄幼蟲의 消化液 Amylase活性은 飼料중 大豆粕含量의 增加와는 一定한 相關關係가 없었으나 다만 飼料중 蛋白質含量이 극히 적거나 많은 경우에 Amylase活性이 强하였다.

바. 飼料効率

5齡期에 있어서 飼料効率을 알기 위하여 體重 100g을 增加시키는데 必要한 幼蟲의 乾物食下量과 繭重 및 繭層重 10g을 生産하는데 必要한 乾物食下量을 그림은

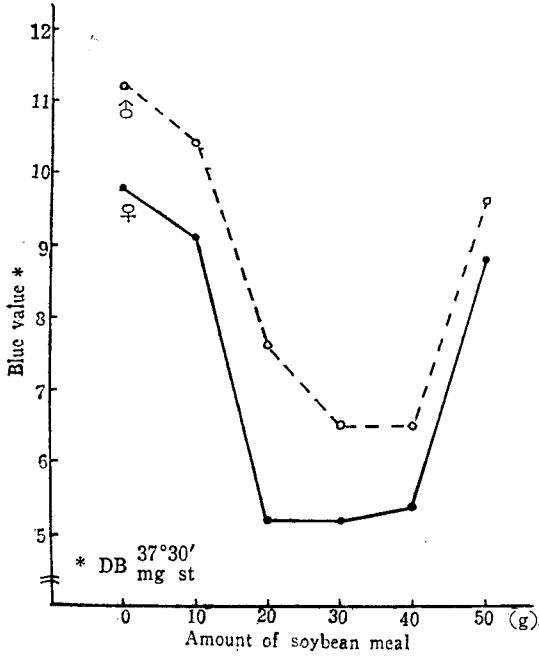


Fig. 9. Relationship between amylase activity of digestive juice and amount of soybean meal.

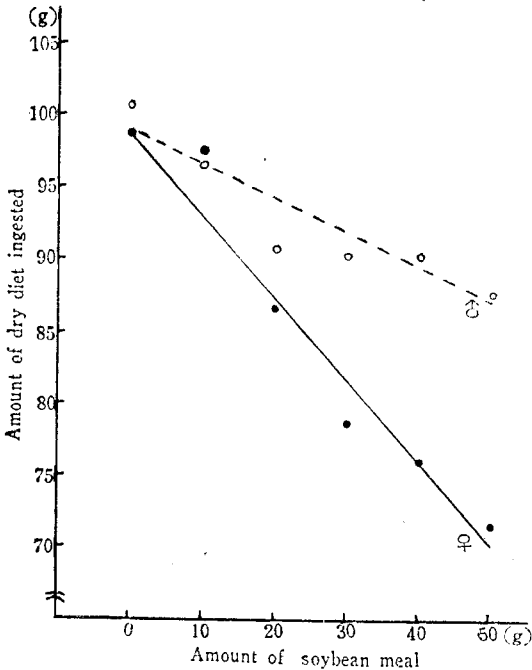


Fig. 10. Correlation between amount of dry diet ingested for 100g of body weight gain and amount of soybean meal.

$\text{古} : y = -0.5964x + 99.8395$   
 $r = 0.98^{**}, sbyx = 0.3$   
 $\text{♁} : y = -0.2380x + 99.0285$   
 $r = -0.92^{**}, sbyx = 0.3$

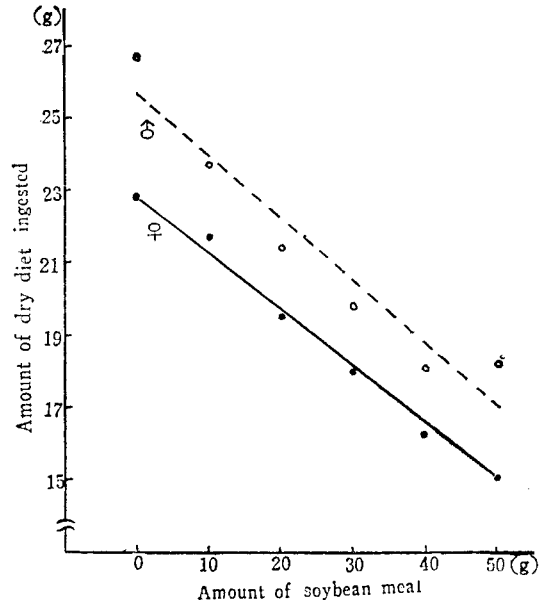


Fig. 11. Correlation between amount of dry diet ingested for production of 10g of cocoon weight and amount of soybean meal.

$\text{♀} : y = -0.1603x + 22.948$   
 $r = -0.99^{**}, sbyx = 0.08$   
 $\text{♁} : y = -0.1742x + 25.7254$   
 $r = -0.97^{**}, sbyx = 0.09$

로 표시하면 Fig. 10, Fig. 11 및 Fig. 12와 같다.

Fig. 10에서와 같이 雌雄幼蟲의 體重 100g을 增加시키는데 必要한 乾物食下量은 飼料中 大豆粕含量이 增加할수록 減少하여 높은 負의 相關關係가 있었으며 또한 大豆粕含量이 增加하면 雌雄幼蟲의 繭重 10g을 生産하는데 必要한 乾物食下量은 오히려 減少하여 높은 負의 相關關係가 있었다(Fig. 11 참조).

또한 大豆粕含量이 增加하면 雌雄幼蟲의 繭層重 10g을 生産하는데 必要한 乾物食下量은 반대로 減少하여 負의 相關關係가 있었다(Fig. 12 참조).

이상을 綜合하여 보면 飼料中 蛋白質 含量이 많을수록 일반적으로 飼料效率이 높아 經濟的임을 알 수 있다.

2. 5齡期에 있어서 人工飼料中 炭水化物 含量의 增加가 누에의 形質에 미치는 影響.

#### 가. 幼蟲의 增體量

幼蟲의 成長狀態를 參考하기 위하여 5齡日數別 幼蟲의 體重을 表示하면 Table 5와 같다. Table 5에서와 같이 雌幼蟲의 體重은 飼料中 蔗糖이 많은 경우 (30g)가 적을 경우 (0g, 10g, 20g)보다 成長極度重에 달하는 日數가 다소 느리므로 飼料中 炭水化物 含量의 多少는

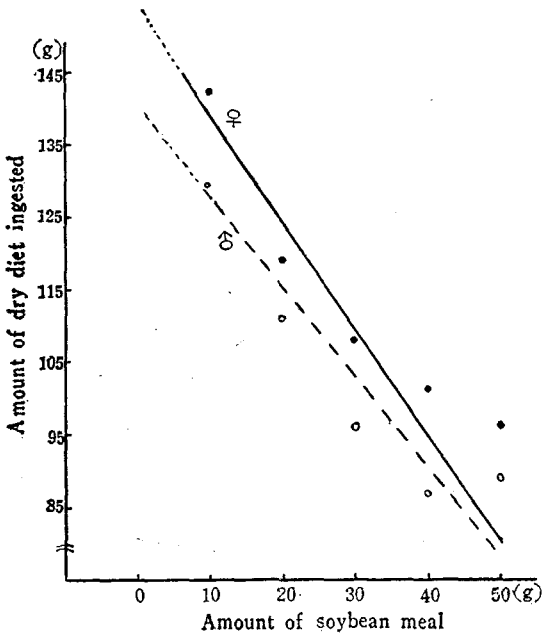


Fig. 12. Correlation between amount of dry diet ingested for production of 10g of cocoon layer weight and amount of soybean meal.  
 ♀ :  $y = -2.0663x + 182.1057$   
 $r = -0.87^*$ ,  $sbyx = 1.15$   
 ♂ :  $y = -1.7367x + 159.3652$   
 $r = -0.90^*$ ,  $sbyx = 0.97$

幼蟲經過와 密接한 關係가 있음을 알 수 있다.

그러나 雄幼蟲의 體重은 飼料중 蔗糖含量的 增減에 關係없이 成長極度重에 달하는 日數가 同一하였다.

幼蟲의 增體量을 Fig. 13에서 살펴보면 雌雄幼蟲의 增體量은 飼料중 蔗糖 含量이 增加할수록 減少하여 높은 負의 相關關係를 나타냈다. 이상과 같이 飼料중 炭水

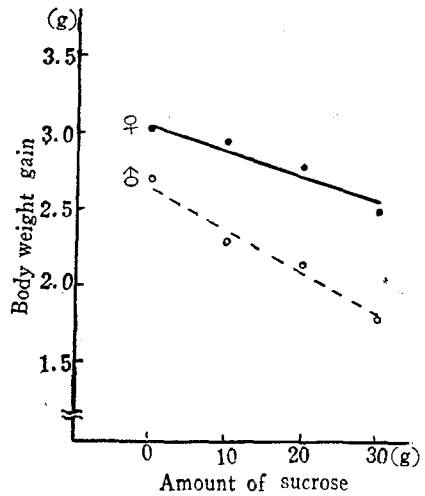


Fig. 13. Correlation between body weight gain and amount of sucrose.

♀ :  $y = -0.0164x + 3.071$   
 $r = -0.96^*$ ,  $sbyx = 0.012$   
 ♂ :  $y = -0.028x + 2.675$   
 $r = -0.96^{**}$ ,  $sbyx = 0.006$

化物含量이 지나치게 많을수록 오히려 幼蟲의 成長은 不良하여 짐을 알 수 있다.

#### 나. 菌 質

菌質을 Fig. 14 및 Fig. 15에서 살펴보면 飼料중 蔗糖 含量이 增加하면 雌雄幼蟲의 菌重도 減少하여 높은 負의 相關關係를 나타냈으며 또 飼料중 蔗糖含量이 增加하면 雌雄幼蟲의 菌層重도 減少하였는데 이것은 飼料중 炭水化合物 含量이 지나치게 많을수록 오히려 菌重 및 菌層重이 가벼워져 菌質이 不良하여짐을 의미한다.

Table 5. Effect of amount of sucrose on the change of body weight during the 5th instar (g per larva)

| Amount of sucrose |   | Age in days |      |      |      |      |      |      |      |        |
|-------------------|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
|                   |   | 0*          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9      |
| 0                 | ♀ | 0.60        | 0.88 | 1.26 | 1.62 | 2.15 | 2.69 | 3.10 | 3.30 | 3.18** |
|                   | ♂ | 0.69        | 0.99 | 1.40 | 1.80 | 2.34 | 2.93 | 3.37 | 3.71 | 3.70** |
| 10                | ♀ | 0.58        | 0.85 | 1.22 | 1.74 | 2.18 | 2.55 | 2.82 | 2.91 | 2.69** |
|                   | ♂ | 0.68        | 0.95 | 1.36 | 1.99 | 2.48 | 2.97 | 3.35 | 3.63 | 3.63** |
| 20                | ♀ | 0.58        | 0.81 | 1.15 | 1.63 | 2.04 | 2.35 | 2.63 | 2.75 | 2.75** |
|                   | ♂ | 0.68        | 0.97 | 1.38 | 1.95 | 2.47 | 3.04 | 3.32 | 3.49 | 3.41   |
| 30                | ♀ | 0.52        | 0.75 | 1.03 | 1.38 | 1.68 | 2.01 | 2.25 | 2.34 | 2.29** |
|                   | ♂ | 0.68        | 0.93 | 1.29 | 1.77 | 2.18 | 2.61 | 3.02 | 3.20 | 3.29   |

\* Immediately after 4th molting

\*\* Matured larvae

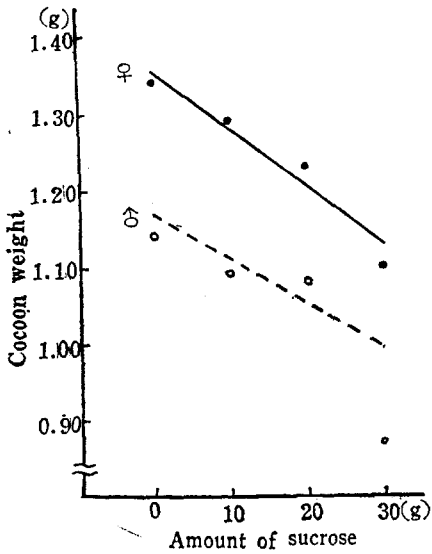


Fig. 14. Correlation between cocoon weight and amount of sucrose.

$$\begin{aligned} \text{♀} : y &= -0.0075x + 1.357 \\ r &= -0.97^*, \text{ sbyx} = 0.010 \\ \text{♂} : y &= -0.0082x + 1.168 \\ r &= -0.86, \text{ sbyx} = 0.007 \end{aligned}$$

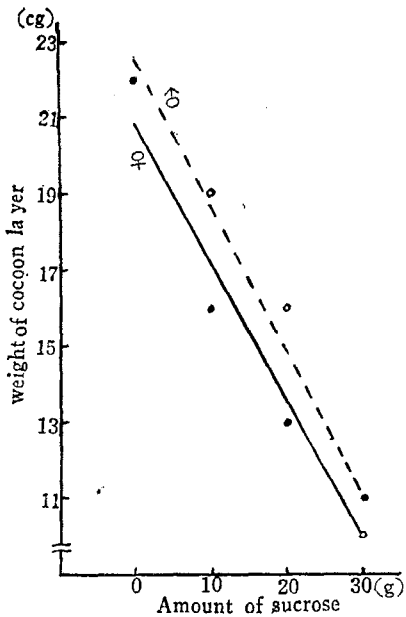


Fig. 15. Correlation between weight of cocoon layer and amount of sucrose.

$$\begin{aligned} \text{♀} : y &= -0.36x + 20.6 \\ r &= -0.97^*, \text{ sbyx} = 0.23 \\ \text{♂} : y &= -0.36x + 22.6 \\ r &= -0.98^*, \text{ sbyx} = 0.28 \end{aligned}$$

다. 幼蟲의 食下量, 消化量 및 消化率

幼蟲의 乾物食下量, 近似乾物消化量 및 消化率을 Fig. 16, Fig. 17 및 Fig. 18에 표시하였는데 雌雄幼蟲의 乾物食下量과 飼料중 蔗糖含量과는 높은 負의 相關關係를 나타냈는데 이것은 增體量이 적은 幼蟲일수록 食下量이 적었음을 의미한다(Fig. 16참조).

한편 Fig. 17에서 雌幼蟲의 增加와 一定한 相關關係가 없었는데 그 理由는 飼料중 糖含量의 過剩으로 인한 幼蟲成長이 不良해져서 蛋白質의 絕對消化量이 적기 때문이 아닌가 생각된다.

또 消化率도 消化量과 大개 같은 傾向을 나타내었다(Fig. 18 참조).

다. 蠶糞의 可溶無窒素物과 粗蛋白質 含量

蠶糞의 可溶無窒素物 含量과 粗蛋白質 含量을 Fig. 19 및 Fig. 20에 표시하였는데, Fig. 19은 雌雄幼蟲의 蠶糞의 可溶無窒素物 含量과 飼料중 蔗糖含量과는 正의 相關關係가 있음을 나타냈으며 Fig. 20은 雌雄幼蟲의 蠶糞중 粗蛋白質 含量과 飼料중 蔗糖 含量과는 負의 相關關係가 있음을 나타냈다.

이상의 結果에서 5齡幼蟲에 炭水化物 含量이 많은 飼

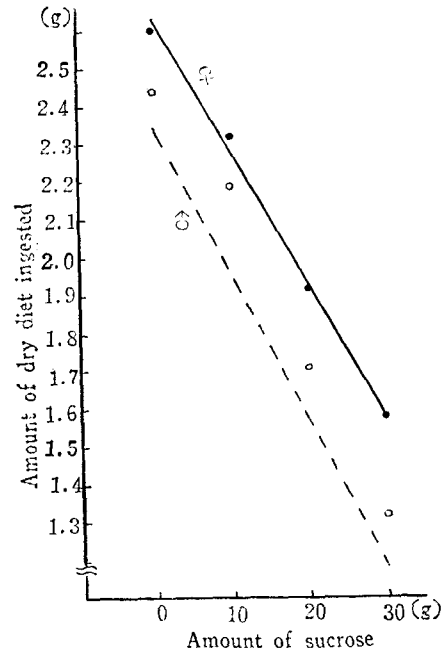


Fig 16. Correlation between amount of dry diet ingested and amount of sucrose.

$$\begin{aligned} \text{♀} : y &= -0.34661x + 2.63844 \\ r &= -0.96^{**}, \text{ sbyx} = 0.25 \\ \text{♂} : y &= -0.38471x + 2.34335 \\ r &= -0.96^{**}, \text{ sbyx} = 0.27 \end{aligned}$$

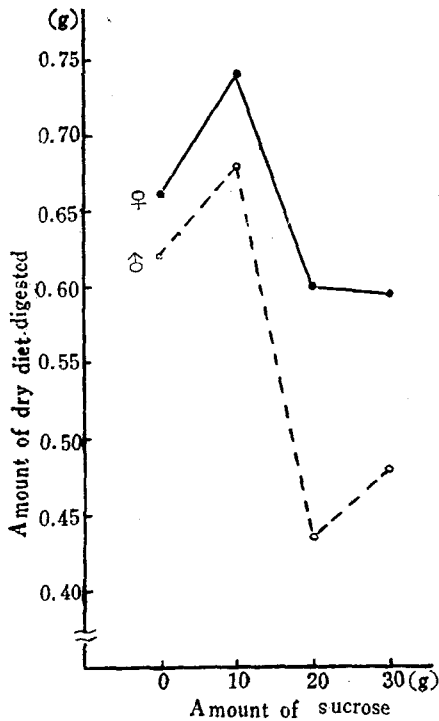


Fig. 17. Relationship between amount of dry diet digested and amount of sucrose.

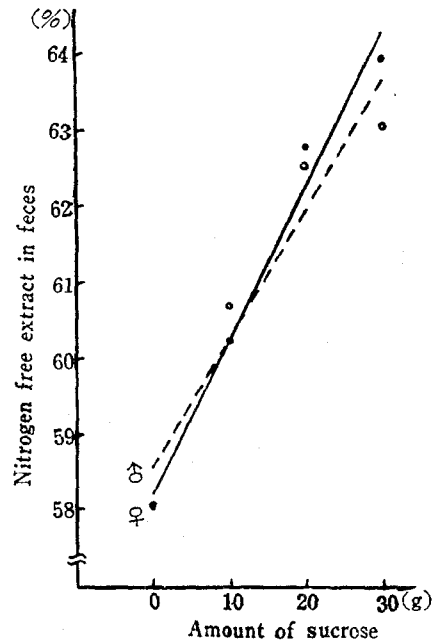


Fig. 19. Correlation between nitrogen free extract content in feces and amount of sucrose.

$$\text{♀} : y = 0.0022x + 58,000$$

$$r = 0.92^*, \text{ syx} = 0.084$$

$$\text{♂} : y = 0.1666x + 58,564$$

$$r = 0.96^*, \text{ sbyx} = 0.122$$

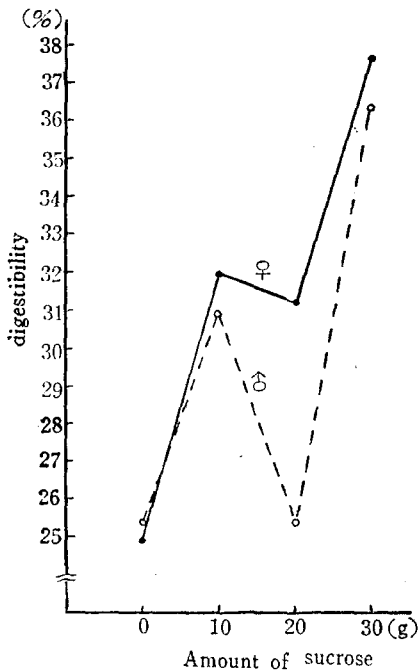


Fig. 18. Relationship between apparent digestibility and amount of sucrose.

料을 먹일수록 排泄物중에 炭水化合物이 많이 排泄되며 동시에 蛋白質의 吸收利用率이 높아진다고 생각된다.

마. 幼蟲의 消化液 Amylase活性

幼蟲의 消化液 Amylase活性을 Fig. 20에 표시하였는데 Fig. 20에서 雌雄幼蟲의 消化液 Amylase活性과 飼料組成중 蔗糖含量과는 一定한 相關關係가 없었지만 飼料중 蔗糖을 전혀 넣지 않는 경우보다 蔗糖을 넣은 경우(10 g 以上)가 幼蟲의 消化液 Amylase活性이 상당히 강하였다.

따라서 消化液 Amylase活性은 飼料중 炭水化合物과 直接的인 關係가 있는 것 같다.

바. 飼料效率

體重 100g을 增加시키는데 必要한 乾物食下量과 糞重 10g을 生産하는데 必要한 乾物食下量을 Fig. 22와 Fig. 23에 표시하였는데 Fig. 22은 雌雄幼蟲의 體重 100g을 增加시키는데 必要한 乾物食下量과 飼料중 蔗糖含量의 增加와는 負의 相關關係가 있음을 나타냈으며 또한 Fig. 23은 雌雄幼蟲의 糞重 10g을 生産하는데 必要한 乾物食下量도 飼料중 蔗糖含量이 增加할수록 오

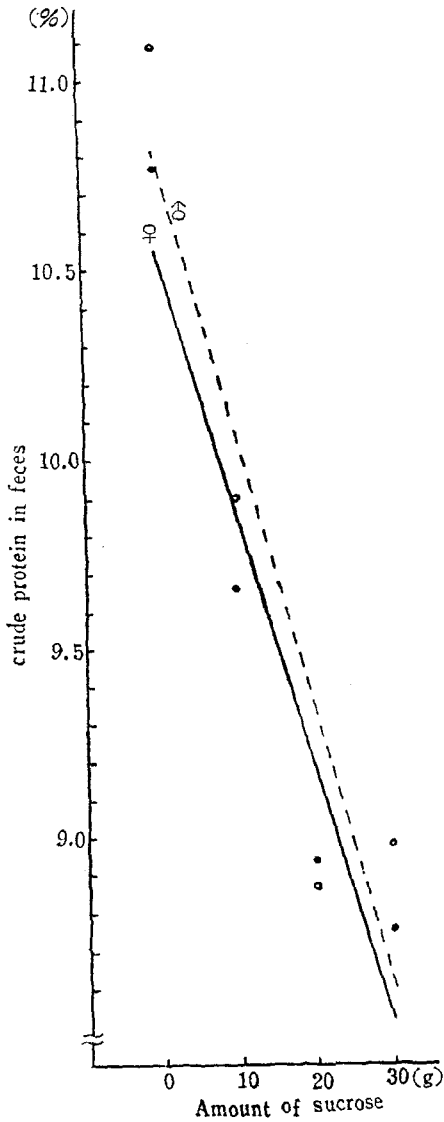


Fig. 20. Correlation between crude protein content in feces and amount of sucrose.

$$\begin{aligned} \text{♀} : y &= -0.0675x + 10.545 \\ r &= -0.96^{**}, \text{ sbyx} = 0.05 \\ \text{♂} : y &= -0.0736x + 10.814 \\ r &= -0.92, \text{ sbyx} = 0.05 \end{aligned}$$

히 減少하여 負의 相關關係를 나타냈다.

이 結果에 의하면 飼料중 炭水化合物含量이 많을수록 飼料效率은 높지만 실제로 幼虫의 增體量이 적고 菌質이 不良하여 實用價値가 없다고 생각된다.

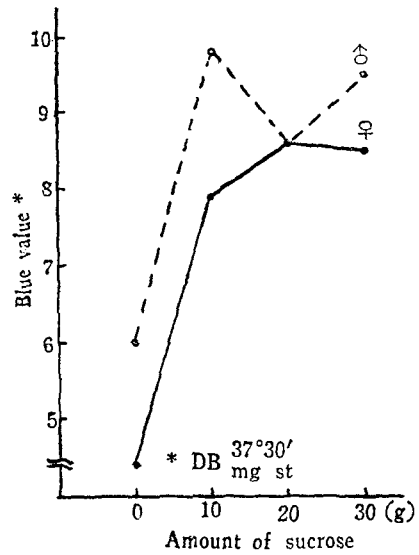


Fig. 21. Relationship between amylase activity of digestive juice and amount of sucrose.

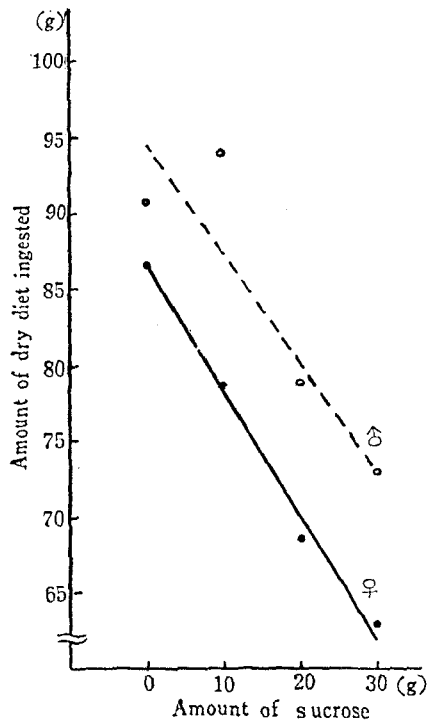


Fig. 22. Correlation between amount of dry diet ingested for 100g of body weight gain and amount of sucrose.

$$\begin{aligned} \text{♀} : y &= -8.15562x + 86.4884 \\ r &= -0.96^{**}, \text{ sbyx} = 5.66 \\ \text{♂} : y &= -6.85633x + 64.4602 \\ r &= -0.86, \text{ sbyx} = 5.43 \end{aligned}$$

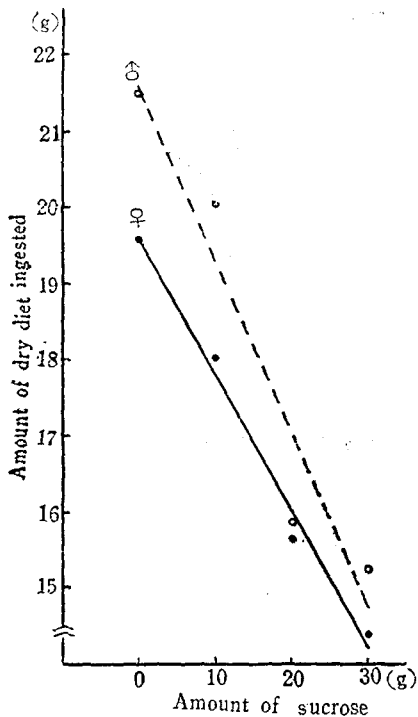


Fig. 23. Correlation between amount of dry diet ingested for production of 10g of cocoon weight and amount of sucrose.

♀ :  $y = -0.1773x + 16.5705$   
 $r = -0.96^{**}$ ,  $sbyx = 0.166$   
 ♂ :  $y = -0.2265x + 21.6268$   
 $r = -0.96^{**}$ ,  $sbyx = 0.126$

### 3. 人工飼料育蠶과 桑葉育蠶과의 形質比較

桑葉粉末이 含有된 人工飼料育에 있어서 5齡期 飼料에 大豆粕含量만을 달리한 A, B, C, D, E, F 6種의 飼料과 蔗糖含量만을 달리한 G, H, I 3種의 飼料로 각각 飼育한 것과 桑葉으로 飼育한 것의 여러가지 形質을 Table 6에 표시하였다.

즉 飼料중 大豆粕 40g을 넣어 飼育한 것이 0g, 10g, 20g, 30g, 50g 넣어 각각 飼育한 것에 비하여 幼虫增體量이 많고 繭重, 繭層重이 무거웠으며 繭層比率도 높았으며 飼料効率도 높은 편이었다.

大豆粕含量을 달리한 人工飼料育중 成長이 가장 좋았던 40g區만은 桑葉으로 飼育한 것에 비하여 幼虫增體量이 雌雄 다같이 差異가 없었으며 특히 繭重, 繭層重, 繭層比率 및 飼料効率에 있어서도 雌는 다소 不良한 편이다 雄은 대단히 良好한 편이었다.

飼料중 蔗糖을 전혀 넣지 않고 飼育한 것이 10g, 20g,

Table 6. Growth rate, feed efficiency, nutrients digestibility and amylase activity in the silkworm fed on the mulberry leaves

| Investigated items   | Mulberry leaves* |         |
|--|------------------|---------|
|  | ♀                | ♂       |
| Body weight gain (g per larva)   | 2.72             | 4.21    |
| Cocoon weight (g per cocoon)   | 1.65             | 1.28    |
| Weight of cocoon layer (cg per cocoon)   | 29               | 26      |
| Rate of cocoon layer(%)  | 17.6             | 20.3    |
| Amount of dry diet ingested for 100g of body weight gain (g per larva)                 | 89.261           | 107.963 |
| Amount of dry diet ingested for production of 10g of cocoon weight(g per larva)        | 14.715           | 18.050  |
| Amount of dry diet ingested for production of 10g of cocoon layer weight (g per larva) | 83.721           | 88.682  |
| Amount of dry diet ingested (g per larva)  | 2.4279           | 2.3104  |
| Amount of dry diet digested (g per larva)  | 0.6088           | 0.7462  |
| Digestibility(%)   | 25.1             | 32.3    |
| Water in dry feces(%)  | 10.04            | 9.52    |
| Crude protein in dry feces (%)   | 13.57            | 14.57   |
| Crude fat in dry feces(%)  | 1.77             | 1.55    |
| Crude fiber in dry feces(%)  | 13.37            | 13.83   |
| Crude ash in dry feces(%)  | 8.84             | 8.57    |
| Nitrogen free extract in dry feces(%)  | 54.41            | 51.96   |
| Amylase activity of digestive juice(Blue value)  | 0.5**            | 7.9**   |

\* Content of crude protein : 21.6%

\*\* Data observed on 2nd october

30g 넣어 각각 飼育하는 것에 비하여 가장 幼虫增體量이 많고 繭重, 繭層重이 무거웠으며 繭層比率도 높았다. 따라서 飼料중 蔗糖을 添加하여 飼育한 것은 桑葉만으로 飼育하는 것보다 幼虫增體量등 實用形質이 不良하였다.

또한 飼料중 大豆粕을 40g 넣어 飼育한 것이 0g, 10g, 20g, 30g, 50g 넣어 각각 飼育한 것에 비하여 幼虫의 食下量, 消化量 및 消化率도 높았으며 蠶糞중 粗蛋白質含量도 많은 편이었다. 人工飼料중 大豆粕을 40g 넣어 飼育한 것은 桑葉만으로 飼育한 것에 비하여 幼虫의 食下量, 消化量 및 消化率도 높았으며 蠶糞중 粗蛋白質含量도 많은 편이었다.



그러나 蠶糞중 可溶無窒物 含量은 적은 편이었으며 消化液 Amylase活性도 强하지 않은편이었다.

飼料중 蔗糖을 각각 10g, 20g, 30g 넣어 飼育한 것이 전혀 넣지않고 飼育한 것에 비하여 다소 幼虫의 食下量은 적은 편이나 消化率은 높았고, 蠶糞중 可溶無窒物含量은 많았으며 특히 消化液 Amylase活性도 强하였으나 蠶糞중 粗蛋白質含量은 오히려 적었다.

또 飼料중 蔗糖을 添加하여 飼育한 것은 桑葉만으로 飼育한 것에 비하여 蠶糞중 粗蛋白質含量은 적었으나 可溶無窒物 含量은 오히려 많았으며 消化液 Amylase活性도 强하였다.

이상을 綜合하여 볼 때 桑葉粉末이 44% 함유한 5齡期의 人工飼料에 있어서 大豆粕 40g을 넣어 飼育한 것이 桑葉으로 飼育한 것보다 實用形質이 良好한 편이었으며 한편 蔗糖을 10g, 20g, 30g 넣어 飼育한 것은 오히려 桑葉만으로 飼育한 것에 비하여 특히 消化液 Amylase活性은 强하였으나 實用形質이 대단히 不良하였다.

## V. 考 察

人工飼料에 添加된 大豆粕 含量의 多少가 5齡期 누에의 成長뿐만 아니라 繭質 및 繭生産効率에도 크게 影響을 주며 특히 大豆粕 添加量이 적은 경우 繭層比率이 현저히 低下된다고 伊藤等(1970)<sup>(25)</sup>은 報告하였다.

또한 伊藤等(1962)<sup>(22)</sup>은 蔗糖과 大豆casein의 量比가 1:2 또는 反對로 2:1인 人工飼料에 있어서 蔗糖과 大豆 casein의 含量을 동시에 增量할 경우에 1齡누에의 成長은 오히려 不良하다고 하였다. 그러므로 桑葉에 있어서와 마찬가지로 [平塚(1917)<sup>(6)</sup>참조] 人工飼料에 있어서도 炭水化合物과 蛋白質의 最適 含量은 桑葉水準을 크게 벗어날수 없으며 또한 兩物質의 最適量比도 同一한 傾向이라고 생각한다.

그러므로 本 研究에 있어서는 9種의 人工飼料중 大豆粕만 40g을 넣은 飼料區가 幼虫增體量이 가장 많았고 繭質이 良好하였으며 또 飼料効率도 높은점으로 보아 桑葉粉末이 44% 함유한 5齡期 人工飼料에 있어서의 蔗糖의 最適含量은 0g이었으며 大豆粕의 最適含量은 40g이었으므로 本實驗 範圍內에서는 兩物質의 最適量比는 0g:40g라고 생각할 수 있다. 이때에 炭水化合物과 蛋白質과의 量比를 換算하면 1:1.33인 것에 비하여 桑葉중의 量比는 일반적으로 1:1.30<sup>(6)</sup>으로서 다소 蛋白質 含量이 많은 것으로 나타났다.

그러므로 飼料중 大豆粕을 40g 넣은 E飼料區에 비하여 大豆粕을 30g 20g 10g 0g으로 각각 減量할 수록 幼虫 增體量이 적고 繭質이 不良하여 飼料効率이 낮아

졌는데 그 理由는 飼料중 蛋白質 含量의 不足때문이라고 생각되며 한편 大豆粕을 50g로 增量하여도 幼蟲增體量이 적어졌고 繭質이 不良하며 飼料効率이 낮아졌는데 그 理由는 飼料중 蛋白質 含量의 過剩 때문이라고 생각된다.

飼料중 大豆粕을 20g 넣은 C飼料區에 비하여 蔗糖을 10g, 20g, 30g로 增量 添加하면 오히려 幼蟲增體量이 적어졌고 繭質이 不良하였는데 이와같이 飼料의 經濟的 價値가 떨어지는 理由는 飼料중 炭水化合物 含量의 過剩 때문이라고 생각 된다.

人工飼料에 添加된 大豆粕 含量의 多少와 排泄되는 蠶糞중 粗蛋白質 含量은 正의 相關關係가 있었고 可溶無窒物은 負의 相關關係가 있었으며(Fig. 7 및 Fig. 8 참조)이와 關連하여 蔗糖含量의 多少와 排泄되는 蠶糞중 可溶無窒物 含量을 살펴보면 兩者間에 正의 相關가 있었고 粗蛋白質 含量과 蠶糞중 可溶無窒物 含量關係와는 負의 相關關係가 있었는데(Fig. 19, 및 Fig. 20 참조) 이와 같은 現象은 누에몸 안의 炭水化合物과 蛋白質과의 量의 Balance를 유지하기 위한 物質代謝의 結果라고 생각된다.

幼蟲의 食下量이 飼料중 大豆粕 含量의 多少와 一定한 相關關係가 없었으나(Fig. 4참조) 蔗糖含量의 多少와는 一定한 相關關係가 있었는데 (Fig. 16 참조) 著者는 增體量이 많았던 幼蟲은 增體量이 적었던 幼蟲에 비하여 食下量이 적었다고는 그 原因이 있는 것으로 생각한다.

幼蟲의 消化液 Amylase活性과 飼料중 大豆粕 含量의 多少와는 一定한 相關關係가 없었으나 (Fig. 9 참조) 大豆粕을 전혀 넣지않은 A飼料區에서 가장 活性이 强했었던 것은 飼料중 大豆粕 含量만을 지나치게 減量시켰기 때문에 相對的으로 炭水化合物 含量을 높인 結果가 되기 때문이라고 생각된다.

한편 大豆粕을 가장 많이 넣은 F飼料區에서도 活性이 强하였는데 이것은 飼料중 大豆粕 含量만을 지나치게 增加시켰기 때문에 相對的으로 炭水化合物 含量이 낮은 飼料가 되며 이 경우에 蛋白質 過剩으로 인하여 炭水化合物의 分解가 다소 促進되었기 때문이라고 생각된다.

또 幼蟲의 消化液 Amylase活性과 飼料중 蔗糖 含量의 多少와는 一定한 相關關係가 없었으나 (Fig. 21 참조) 蔗糖을 10g만 넣어도 活性이 대단히 强하여지는것은 相對的으로 炭水化合物 含量이 높은 飼料가 되며 따라서 이 飼料를 누에가 먹었을 경우 몸안의 炭水化合物 濃度가 높아졌기 때문에 活性이 높아졌다고 생각된다.

또 A飼料區, B飼料區, F飼料區와 G飼料區, H飼

料區, 1飼料區에서 만든 桑葉區보다도 Amylase活性이 강하였으나(Table. 3과 Table 6 참조) 幼蟲의 增體量이 적고 繭質이 不良하여 經濟的 價値가 없었던 것으로 보아 Amylase活性을 강하게 하는 人工飼料의 開發만으로는 產業的인 育蠶目標을 達成할 수 없다고 생각된다.

## VI. 摘 要

5齡期에 있어서 人工飼料중 炭水化物 含量과 蛋白質 含量의 多少가 누에의 實用形質 및 消化液 Amylase活性에 미치는 影響을 알기 위하여 炭水化物 給源으로서 蔗糖과 蛋白質 給源으로서 大豆粕의 水準을 달리한 9種의 人工飼料로 飼育하여 調査한 結果는 다음과 같다.

(1) 飼料중 炭水化物 含量과 蛋白質 含量의 多少는 幼蟲의 增體量 및 繭質에 미치는 影響이 클뿐만 아니라 飼料効率에도 影響을 주므로 適量의 大豆粕 및 蔗糖의 添加가 필요하다.

(2) 幼蟲의 食下量은 增體量이 많은 幼蟲에서 많았다.

(3) 飼料중 蛋白質 含量이 많을수록 幼蟲의 消化量이 많고 消化率이 높았다. 그러나 炭水化物 含量의 多少와 幼蟲의 消化量 및 消化率과는 一定한 傾向이 없었다.

(4) 幼蟲의 消化液 Amylase 活性과 飼料중 蛋白質 및 炭水化物 含量과는 一定한 相關關係가 없었으나 蠶體 내의 炭水化物 濃度를 높일 수 있는 飼料에서는 活性이 강하였다.

(5) 飼料중 蛋白質 含量의 多少와 蠶糞중 粗蛋白質 含量과는 正의 相關關係가 있었고 可溶無窒素物 含量과는 負의 相關關係가 있었다.

한편 飼料중 炭水化物 含量이 많으면 많을수록 蠶糞중 可溶窒素物 含量은 많아지나 粗蛋白質 含量은 오히려 적어졌다.

(6) 人工飼料育蠶은 桑葉育蠶보다 Amylase活性이 강하여도 幼蟲增體量이 적고 繭質이 不良하여 經濟的 價値가 적었다.

(7) 桑葉粉末이 44% 含有된 5齡期 人工飼料에 있어서 蔗糖의 最適 含量은 0g이고 大豆粕의 最適 含量은 40g이었다.

(8) 人工飼料에 있어서 Amylase活性을 강하게 할수 있으나 實用形質이 不良하여 經濟的 價値가 없는 것으로 보아 Amylase活性을 강하게 하는 人工飼料의 開發만으로는 產業的인 育蠶目標을 達成할 수 없다고 생각한다.

## 引用 文 獻

1. 赤堀四郎(1972): 酵素研究法(2), 108-110. 朝倉書店.
2. 藤井音松, 加藤清時(1930): 家蠶의 消化酵素에 就て. 熊本蠶試報 3(2), 35-69.
3. Fuwa, H. (1951). Measurement of amylase activity. J. of Biochemistry 48, 583-603.
4. 福田紀文, 須藤光正, 樋口芳吉(1960): 人工飼料による蠶의 飼育. 日蠶誌 vol. 29(1), 1-3.
5. 福田紀文, 須藤光正, 龜山多美子, 川杉正一(1962). 家蠶의 合成飼料 (講演要旨). 日蠶誌 31(3), 185
6. 小池久義(1954): 昆蟲의 炭水化物 分解酵素について, (1) 數種昆蟲に 於ける 炭水化物 分解酵素의 分布. 動雜 63, 228-234.
7. 神岡四郎, 向山文雄, 武井輝雄, 伊藤智夫 (1971). 家蠶による人工飼料의 消化と利用. 日蠶雜 vol.40, 473-483.
8. 平塚英吉 (1917): 家蠶의 榮養に關する 研究. 蠶試報 2(4), 1-30.
9. 平田保夫, 蒲生卓磨(1969): 蠶品種における 消化液의 アミラーゼ型. 日蠶雜 38, 395-400.
10. 平田保夫, 蒲生卓磨(1969): 家蠶의 消化液における アミラーゼ活性의 品種間差異と 個體變異. 日蠶誌 38, 401-405.
11. 堀江保宏(1959): 家蠶消化管의 生理學的 研究(II), 消化液及び中腸組織의 炭水化物分解酵素. 蠶試報 15, 365-382.
12. 堀江保宏, 伊藤智夫, 田中元三, 渡邊喜二郎(1961). 攝食と 榮養とに 影響する 家蠶의 人工飼料의 條件 (講演要旨). 日蠶誌 36(3), 259.
13. 浜野國勝, 向山文雄(1970): 家蠶幼蟲における 消化液 蛋白質 分解酵素의 二, 三의 性狀及び數種虫 蛋白質의 分解度とその榮養價との 關連. 日蠶雜 vol. 39, 371-376.
14. Hamamura, Y., Hayashiya, K., Naito, K., Matsuura, K. and Nishida, J. (1962): Food selection by silkworm larvae. Nature 194 (4830), 754-755.
15. 伊藤智夫(1959): 家蠶의 消化液及び中腸의 蛋白分解 酵素(講演要旨). 日蠶雜 28, 188.
16. Ito, T. (1960): Effect of sugars on feeding of larvae of the silkworm, *Bombyx mori*. J. of Insect physiology 5(1), 95-107.
17. 伊藤智夫, 田中元三(1960): 人工飼料による 蠶兒의 飼育及び 5眠蠶分離について. 日蠶雜 vol.29(3), 191-196.
18. 伊藤智夫, 田中元三(1961): 家蠶幼蟲에 對する 榮養物의 經口的給與 II. 蠶試報 16(5), 267-285.

19. Ito, T., Mukaiyama, F. and Tanaka, M. (1962): Some properties of amylase of digestive juice and blood of larvae of the silkworm, *Bombyx mori*. Sericult.Sci. Japan 31. 228-234.
20. 伊藤智夫(1962): 葉粉桑末を含まない 準合成飼料による蠶の全齡飼育. 日蠶誌 31(1). 1-6.
21. Ito, T. and Horie, Y. (1962): Nutrition of the silkworm, *Bombyx mori*. J. of Insect physiology 8. 569-578.
22. 伊藤智夫, 田中元三(1962): 家蠶の栄養に関する研究, 人工飼料に添加する糖と蛋白質の量の影響について. 蠶試報 18. 1-34.
23. 伊藤智夫, 荒井成彦(1965): 家蠶の栄養に関する研究, 蠶試報 19(4). 345-373.
24. 伊藤智夫, 田中元三(1966): 家蠶のアミノ酸飼料. 日本農藝化學會誌 40(2), 110-112.
25. 伊藤智夫, 向山文雄(1970). 家蠶人工飼料の蛋白含量と蕨質との関係, 蠶絲研究 vol. 77. 76-81.
26. 石川誠男(1963): 家蠶の食性. 蠶試報 20(3). 291-321.
27. 板谷健吾(1963): 蠶の消化. 蠶體生理學 420-423. 明文堂.
28. 加藤清時(1931): 蠶兒による 桑葉炭水化物消化に関する研究. 日蠶雜 2. 226-231.
29. 龜岡喧一(1971): 動物栄養實驗法 286-293. 養賢堂
30. 金勝廉介(1972): カイコの消化液アミラーゼについて. 日蠶雜 41. 445-451.
31. 文在裕, 浜野國勝, 向山文雄(1972): カイコの消化液アミラーゼ活性におよぼす 飼料組成及び 4眼期保護温度の影響. 日本蠶絲學會 關東支部 第23回講演要旨集 42.
32. 文在裕(1973): カイコの 消化酵素活性におよぼす飼料組成と 4眼期保護温度との影響. 東京農工大學 大學院 碩士學位論文. 1-64.
33. 文在裕(1973): 家蠶幼蟲の 消化液 Amylase 活性에 미치는 飼料組成 및 4眼期 保護度의 影響. 韓蠶誌 vol. 15(1). 1-7.
34. 文在裕(1973): 家蠶幼蟲의 消化液 proteinase 및 中腸組織 sucrase의 活性에 미치는 飼料組成 및 4眼期 保護温度의 影響. 韓蠶雜 vol. 15(1). 9-14.
35. 松村季美(1924): 家蠶血液および胃液に於けるアミラーゼ並にチロシナーゼ作用の消長に就て. 長野蠶試報 1. 1-57.
36. 松村季美(1933): 遺傳的 Amylase 四型に関する研究(II). 日蠶誌 vol. 5(1). 61.
37. 松村季美(1935): 家蠶の消化液及び體液に於けるアミラーゼ作用に関する遺傳的並に生理學的研究. 長野蠶試報 28. 1-124.
38. 松村季美(1951): 家蠶幼蟲の健康度と消化アミラーゼの作用. 蠶試報 13. 503-511.
39. 松村季美(1951): 家蠶の異なる系統の消化アミラーゼ遺傳子の作用. 蠶試報 13. 513-516.
40. 向山文雄(1961): 家蠶幼蟲の唾腺における三三の消化酵素について 日蠶雜 30. 1-8.
41. Mukaiyama, F., Horie, Y. and Ito, T. (1964): Amylase of digestive juice and utilization of dextrin and starch in the silkworm, *Bombyx mori*. J. of Insect physiology 10. 247-254.
42. 向山文雄, 石田久基, 神岡四郎(1965): アメリカシロヒトリの 發育におよぼす飼料中の タニパク質の種類 およびタニパク質と糖の量比の影響. 日蠶雜 35. 103-109.
43. 浦野松幸, 向山文雄, 浜野國勝(1971): 家蠶の炭水化物分解酵素に対する飼料組成の影響. 日本蠶絲學會 41回講演要旨集 31.
44. 大沢光男, 向山文雄, 浜野國勝(1971): 家蠶の蛋白質分解酵素に対する 飼料組成の 影響. 日本蠶絲學會 41回講演要旨集 31.
45. Sawamura, S. (1902): Investigation on the digestive enzymes of some Lepidoptera. Bull. Coll. Tokyo. Imp. Univ. Vol. 4
46. 東京大學 農學部 農藝化學教室(1974): 實驗農藝化學上卷. 116-119.
47. 山藤一雄(1932): 家蠶の酵素に関する研究. 日蠶雜 5. 31-311.
48. 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 vol. 15(10). 543-586.
49. 山口定次郎(1955): 家蠶幼蟲 消化管の 局所的 機能差に関する研究. 信大織研究報 5. 47-52.