蚕 対 する 王 乳 の 栄 養 効 果 (第 2 報)

Nutritive Effect of Royal Jelly on the Silkworm, *Bombyx mori* (Part 2)

(昭和 37 年 3 月 26 日 受 理)

伊 藤 智 夫
(Toshio Ito)

The fact that royal jelly (lyophilized) contains some unknown factors stimulating growth of the silkworm (Ito, 1961) was confirmed by the use of improved artificial diets and it was shown that larval growth was accelerated at lower concentrations than in the previous report (Figs. 1-3). Growth stimulation was effectuated by either ether-soluble or insoluble fraction, though the respective activity was somewhat lowered by the fractionation (Fig. 4). It was interesting that a relatively small amount of ether-soluble fraction (40 mg to 6 g of the diet, dry weight) was very effective. The stimulating action of dialysates and non-dialysates of ether-insoluble fraction was small (Fig. 5), but it was uncertain whether the dialysis influenced on the activity or not. The supernates of the homogenates (fresh royal jelly 1: water 8) obtained after centrifugation (0 °C, 10,000 rpm) stimulated larval growth markedly (Fig. 6). The addition of vitamin B complex was also very effective even in the non-aseptic culture.

Sterol obtained from ether-soluble fraction was inactive. Larval growth was much reduced when soybean casein was replaced by water-insoluble proteins (nitrogen, 14.9 %) of royal jelly.

緒 言

さきに著者¹⁾は凍結乾燥王乳, そのエーテル可溶性成分および不溶性成分につき, 人工飼料を用いて蚕に対するそれぞれの栄養効果を調べ, そのいずれについても程度の差はあるがかなり多量に飼料中へ添加されている限り成長促進効果の認められることを示した。しかしその効果は特に顕著ではなかった。その後別の実験から蚕の栄養要求の解明が進み, 人工飼料の組成がかなりの程度までに改良された²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。組成の改良に伴って飼料の摂食量も増大し成長も全体的に良好となり, 未知物質の栄養効果を検索するのに好都合となった。したがって改良された組成の人工飼料を用いて王乳の蚕に対する栄養効果を再び調べた結果, 前回よりもずっと少量で顕著な効果が認められた。またこの効果の本態を知る手がかりとして若干の分画実験も行なった。これらの結果について

報告する。

材料と方法

供試した人工飼料の組成は第1表に示したもので, 飼料Aは桑葉粉末を10%, 飼料Bは60%含んでいる。実験には主として飼料Aを用いたが, 一方飼料Bの組成は簡単でより実用性に富むものである。供試した蚕の品種も前回と同じであり, また人工飼料調製法, 蚕の飼育法なども前回の諸報告¹⁾²⁾の場合と同じである。

第 1 表 用いた人工飼料の基本組成

物 質	飼料乾物重 (%)	
	飼料A	飼料B
桑 葉 粉 末	10	60
バ レ イ シ ョ 澱 粉	15	10
ブ ド ウ 糖	15	5

脱脂大豆カゼイン(低純度)	15	25
大豆油(脱ガム脱水原油)	4	—
β-シトステリン	0.2	—
Wesson 無機塩混合物	1	—
セルローズ粉末	39.8	—
(計)	(100.0)	(100)
アスコルビン酸*(mg)	15	45
蒸溜水*(ml)	4.5	5

*: 飼料乾物重 3 g 当り

結 果

飼料Aを用い、凍結乾燥王乳を人工飼料に添加して孵化直後の蚕から飼育した結果は第1図に示した。飼料全体の有効性が高まったため対照の無添加区の体重増加が前回の値¹⁾よりも著しく大であったが、王乳添加によって体重増加はさらに著しく促進された。前回の実験では0.6g(対飼料乾物重6g)添加によっても促進効果は僅かであったが、今回の成績では0.1g添加によって顕著な効果が認められ、0.1~0.4gの間では添加量にしたがって促進効果が増した。しかし0.6gでは効果は強く現われなかった。また成長促進効果と平行して蚕の發育(令の経過)も進んだ。

第1図に示した実験では乾物飼料6gに対して王乳を添加したのであるが、王乳中にはかなり多量の炭水化物と蛋白質も含まれるので、次には添加王乳の量だけの基礎飼料を差引き全量が6gとなるように飼料を調製した。差引いたものはブドウ糖と大豆カゼインとで、両者の比率を5:7として計算しあらかじめ王乳添加量の分

第1図

第2図

第3図

だけ除いた。このときの体重増加は第2図に示す通りで、王乳の成長促進効果は顕著であった。添加量と成長との関係は第1図の場合と似ており、添加量が比較的多ければ促進効果がやや低くなった。

さらに飼料組成の簡単な飼料B(同時に比較的安価であるが、未知物質の量は飼料Aよりも多い)を用いて最初の実験と同じ設計で飼育実験を行なった。第3図に示すように成長促進効果は明白であったが、0.1g添加が最も良好で濃度が高まると効果の現われ方は低下した。

次にエーテル分画(ソックスレー, 24時間)を行なった。エーテル可溶性成分は凍結乾燥王乳の約10%であっ

たから、各分画の添加に際してこの割合を考慮した。比較として用いた分画前の王乳添加量は上記の飼料Aを用いての実験で成長の良好であった0.4g（対飼料乾物重6g）を採用し、この量に準じてそれぞれの分画を加えた。結果は第4図に示すように、エーテル可溶性成分もまた不溶性成分も、分画前の王乳の効果に比べれば若干劣ったが、ともに蚕に対しては極めて有効であったし、この両成分を最初の混合比に合せて加えると効果は分画前の王乳のそれにまで戻った。この両成分の成長促進効果も前回¹⁾の結果に比べて極めて大であった。なおエーテル可溶性成分が0.04g添加されているのみでエーテル不溶性成分0.36g添加と同じ有効性を示したことは興味深い

エーテル可溶性成分からジギトニン法によってステリンを分離した。収量は僅かであったが、蚕はある種のステリンを必須物質として要求することが判明しているから³⁾、王乳ステリンを6mg（対飼料乾物重）添加した人工飼料で蚕を飼育した。蚕に対し栄養効果の顕著なステリンであれば6mg添加でもって効果を知ることができるが、王乳ステリンを6mg添加した限りでは特に有効と思われる結果は得られなかった。

エーテル不溶性成分に関しては低温にて約72時間透析し、その内液と外液とをそれぞれ凍結乾燥して効果を調べた。参考のためにビタミンB類（ピチオン10γ、パントテン酸カルシウム100γ、コリン-HCl 1mg、葉酸10γ、イノシット1mg、ニコチン酸100γ、ピリドキシン-HCl 50γ、リボフラビン50γ、チアミン-HCl 50γ）を添加した区ももうけた。結果は第5図に示した。エーテ

ル不溶性成分そのものは成長促進効果が顕著で第4図の結果と同じであったが、透析内液と外液は対照区よりやや良い程度の効果しかなくどちらの分画にも有効性は認められなかった。両者を混合して元の量として加えると有効性が認められたが、透析前の値にまでは戻らなかった。透析時の条件およびその後における乾燥時の条件が

第4図

第5図

第6図

影響したか否かについては不明である。なおビタミンB類の添加は蚕の成長を著しく促進した。

つぎに新鮮王乳のホモジネート（新鮮王乳1：蒸留水8）を0℃で10,000rpm、20分間遠心して得られる上清を一定量用いてその効果を調べた。この実験でも比較のためにビタミンB類を供試した。ビタミンB類添加

量は第5図に示した実験に用いた量の1, 2, 4倍を加えた。結果は第6図に示したが、上清の成長促進効果は顕著であり、しかも添加量の増加に連れてその効果もいくらか増した。なおビタミンB類の有効性と添加量との関係は本結果からでは必ずしも明瞭ではなく、しかもこの結果は非無菌的飼育に基づいたものであるから詳しい記載を避けたい。

エーテル不溶性成分を透析した内液を約3,500rpmで遠心し、沈澱を数回蒸留水で洗い、水に不溶性の分画を得た。窒素含量は14.9%であったから(無水物としてではない)、この沈澱は不溶性蛋白質が主体であると考えられる。基本飼料Aの一組成大豆カゼインをこの王乳の不溶性蛋白質で置き換えて蚕を飼育したが、純粋大豆蛋白質、牛乳カゼイン、 α -プロテイン(NBC社製)などの高純度蛋白質の場合⁶⁾と同様に、蚕の成長は全般に不良であった。

考 察

王乳が女王蜂に发育する蜜蜂幼虫の一生の飼料であるということがから、王乳の生物的活性を検索する試みは多数行なわれているが、未だ確定的な結論は得られていない。蜜蜂以外の昆虫の成長その他に対して王乳が有効であるといういくつかの事例は前報¹⁾で記載したが、その効果はいずれも顕著なものではなかった。今回組成の改良された人工飼料を用いた結果、蚕に対して成長促進効果が著しいことが示された。このような効果を現わす未知物質の働きが質的なものであるのか(特殊な物質)、あるいは量的であるのか(例えば豊富に含まれるビタミンB類)については今後の研究にまづまかはない。

今回の試験のような非無菌飼育においても純粋ビタミンB類の添加は飼料効果を著増したから、例えば新鮮王乳ホモジェネートの上清の効果のかかなりの部分がこのようなビタミン類に依存している可能性は強い。この点は無菌飼育の方法⁷⁾で確認しなければならない。

一方エーテル可溶性成分が著しく有効であったことは

水溶性ビタミン以外の未知物質が関与していることを示している。エーテル可溶性成分中にはかなり大量にオキシデセン酸が含まれており⁸⁾、近年この物質の生理作用に関心が払われているが、一方王乳の蜜蜂に対する有効性はこの物質に由来しないようであるとの主張も見られる⁹⁾。エーテル可溶性成分の蚕に対する成長促進効果の詳細に関しては目下実験を進めている段階である。

摘 要

王乳中には蚕の成長を顕著に促進する未知物質が含まれる。効果を現わすに必要な王乳の濃度は前回のものよりもかなり低くてよいことが改良された人工飼料を用いて証明できた。エーテル可溶性および不溶性成分ともに促進効果を示したが、前者は比較的少量で有効であった。前者から分離したステリンは特に有効性を示さなかった。エーテル不溶性成分の透析物、非透析物ともに効果は示さなかったが、この点についての理由はわからない。水に不溶性の蛋白質で飼料中の大豆カゼインを置き換えれば蚕の成長は貧弱であった。新鮮王乳ホモジェネート上清は著しい促進効果を示した。また非無菌的ではあるが純粋なビタミンB類の添加は成長を促進した。

本研究において供試した凍結乾燥王乳および新鮮王乳の入手に際し多大の御便宜をはかられた三島食品工業株式会社三島海雲社長に深謝する。

文 献

- 1) 伊藤智夫：栄養と食糧, 14, 1 (1961)
- 2) 伊藤智夫：蚕糸試験場報告, 16, 311 (1961)
- 3) 伊藤智夫：同上, 17, 91 (1961)
- 4) 伊藤智夫：同上, 17, 119 (1961)
- 5) 伊藤智夫, 堀江保宏, 田中元三：同上, 16, 349 (1962)
- 6) 伊藤智夫, 田中元三：同上(印刷中)
- 7) 伊藤智夫, 田中元三：日本蚕糸学雑誌, 31, 7 (1962)
- 8) Butenandt, A. and Rembold, H.: *Z. physiol. Chem.*, 308, 277 (1957)
- 9) Butenandt, A.: (邦訳, 科学, 30, 306, 1960)

(農林省蚕糸試験場)