

**Threonine Accelerates the Oögenesis in *Musca domestica*.** Yoshiaki Kono (Pesticide Research Laboratories, Takeda Chemical Industries, Ltd., Takenouchi-cho, Ichijoji, Sakyo-ku, Kyoto, 606) Received Jan. 31, 1976. *Botyu-Kagaku*, 41, 78, 1976. (with English Summary, 81)

16. Threonine のイエバエ卵巣発育促進作用 河野義明 (武田薬品工業株式会社農薬研究所)

51. 1. 31 受理

イエバエ成虫の第1期卵巣発育に対する個々のアミノ酸の作用を、蔗糖に加えて与える試験によって、検索した。18種アミノ酸混合物は強く発育を促進し、Threonine 単独でも促進作用が認められた。

しかし、大きい蛹から羽化した成虫では、蔗糖のみを与えたときにも卵巣発育が開始するために、Threonine の作用が観察されなかった。

また、Glycine-HCl, L-Lysine-HCl, Na L-Glutamate, L-Threonine には高濃度で致死作用が見られた。

幼若ホルモン類似化合物を処理すると、卵巣発育の促進作用は認められたが、強いものではなく、L-Threonine との相加作用も認められなかった。

さらに、第1期卵巣発育は、成虫の大きさによって非常に変化することから、卵黄前駆物質の量が発育速度に強く影響するものと推論された。

ハエ類では、成虫が蔗糖のみを摂食した場合には、生存し続けるが雌の卵巣が発育せず、蔗糖などの炭水化物と蛋白性の餌との両方を摂食してはじめて卵巣が発育するという種が多く知られている<sup>1)</sup>。イエバエにおいても上記の現象は古くから明らかにされている<sup>2-4)</sup>。

しかし、桜井<sup>5)</sup>によれば、蔗糖のみをイエバエ成虫に与えた場合にも、蔗糖とミルクを与えたときとあまり変わりなく卵巣が発育するという。

筆者らの研究室において飼育している Lab-em-7-em 系統のイエバエでは、幼虫の飼育状態の良い場合に、蔗糖のみを与えたときにも卵巣発育が認められたが、その場合でも、ミルクを加えて与えることにより卵巣発育が促進される。

このようなイエバエの卵巣発育に及ぼす個々のアミノ酸の影響を実験し、Threonine に卵巣発育促進作用が認められたので報告する。

本文にはいるに先立ち、幼若ホルモン類似化合物を御供与下さった東京大学農学部田村三郎教授に心から謝意を表す。

材料および方法

供試したイエバエは当研究室で累代飼育している Lab-em-7-em 系統である。幼虫の飼育は昆虫用固形飼料粉末 (オリエンタル酵母) とフスマとを混合したものに少量の乾燥酵母粉末 (エビオス®) を加えた培地で行ない、成虫には蔗糖と乳児用ミルク (雪印乳業) とを水に溶して与え、産卵もその中へさせた。

実験に供試する群には、羽化後、実験に使うまでは蔗糖と水とを別個に与えた。

実験容器は直径 9 cm 高さ 15.5 cm の金属性網かごで、その中に雌雄各 15~25 頭を放した。

飼育および実験はすべて 25°C の恒温室内で行なった。

Table 1. Stages of oögenesis and yolk deposition.

Stage	Yolk deposition	Length of long axis of oöcyte
1	No deposition	Less than 150 $\mu$
2	Deposition begins but does not exceed 1/3 of oöcyte	Less than 300 $\mu$
3	Yolk deposits about half volume of oöcyte	350-500 $\mu$
4	Oöcyte elongates, and yolk deposits from 1/2 to 3/4 of oöcyte	Less than 800 $\mu$
5	Yolk deposition completes, colion formation occurs	More than 850 $\mu$

試験したアミノ酸 (和光純薬) は単独で与える場合には、1 かこ当り、蔗糖2gにアミノ酸 0.2~0.3g, アミノ酸混合物 (18種アミノ酸混合物および9種必須アミノ酸混合物) として与える場合には蔗糖2gに House and Barlow<sup>4)</sup> の人工飼料中の比率で混合したもの 0.3~0.5g を加え、水は別に与えた。

所定の口数の後、雌成虫の腹部を解剖し、卵巢の發育程度を観察した。

卵巢の發育程度は第 1 表に示すように第 1 期形成卵の卵黄蓄積程度によって容易に判定できる 5 段階に区分し、各個体にその發育段階の数値を与えて、それらの平均値によって表記した。

使用した幼若ホルモン類似化合物は 1-ethylphenoxy, 7-methoxy, 3,7,7, trimethyl-hept-2en である。

### 結 果

まず、通常、筆者らの研究室で成虫の飼育に使用している乳児用ミルクとアミノ酸混合物との卵巢發育に対する促進作用を確かめた (第 2 表)。その結果、蔗

Table 2. Effect of diets on oögenesis.

Diet	Stage of oögenesis (after treatment)	
	3 days	5 days
S only	1.6	2.4
S+Milk	4.1	4.8
S+AA	3.7	5.0
S+p-AA	2.5	3.9

S: sucrose, AA: 18 amino acids mixture, p-AA: 9 essential amino acids mixture.

糖のみをイエバエ成虫に与えると、3 日後に少量の卵黄が卵内に蓄積し始め、5 日後には、卵黄蓄積量が卵の半分に満たない程度であった。ミルクと蔗糖との 1:1 混合物を与えると、3 日後に卵黄が卵の半分以上にまで蓄積され、5 日後にはほとんどの個体で卵の發育が完了した。ミルクを 18 種のアミノ酸混合物に代えても、卵の發育はミルクを与えたときと大差なく進行した。しかし、9 種の必須アミノ酸混合物で置き換えた場合には、卵黄蓄積がやや遅れ、5 日後に發育段階「3.9」に達した。

次に蔗糖にアミノ酸 1 種ずつを加えたものを与えて卵巢の發育を観察した。以後の実験は蔗糖のみを与えた成虫の卵巢發育が、そのたびに一定せず振れるため、常に蔗糖のみを与える区と蔗糖+アミノ酸混合物を与える区を対照にとり、これらと試験区とを比較して作用を評価した。

試験開始 5 日後の卵の状態は、第 3 表に見る通り、DL-Threonine に強い卵巢發育促進作用が見られ、L-Arginine, Na L-Glutamate, DL-Leucine に弱い促進作用が認められた。また、Glycine-HCl, L-Lysine-HCl を与えた区ではほとんどの成虫が死亡し、Na L-Glutamate 区では 50% の個体が死亡した。

さらに、Threonine の作用を確認する実験を行なった (第 1 図)。その結果、蔗糖のみの区では 5 日後で「1.3」、7 日後で「2.6」の段階まで卵黄が蓄積された。これに比べ、L-Threonine を加えた区は、5 日後「3.2」、7 日後「4.5」とアミノ酸混合物を加えた区と同程度に卵巢發育が強く促進された。しかし、L-Threonine 区では 5 日後までに雌成虫の 45% が死亡し、卵黄蓄積は同一卵巢内でも卵巢小管による不揃

Table 3. Effect of amino acids on oögenesis.

Essential amino acid		Non-essential amino acid	
Amino acid	Stage	Amino acid	Stage
S only	1.0	S only	1.9
AA	4.1	AA	5.0
p-AA	2.8	DL-Ala	2.4
L-Arg	2.2	L-Asp acid	2.1
L-His	2.0	L-Cys	2.3
DL-Ileu	2.0	L-Glu acid	2.2
DL-Leu	2.1	L-Glu acid Na <sup>a)</sup>	3.4
DL-Met	1.3	Gly-HCl <sup>b)</sup>	—
L-Phe	1.4	L-Lys-HCl <sup>c)</sup>	—
DL-Thr	3.5	L-Pro	2.1
DL-Try	1.4	DL-Ser	2.8
L-Val	1.7	L-Tyr	2.7

Female adults were dissected and stage of oögenesis was checked 5 days after treatment.

Mortality of <sup>a)</sup> was 50%, <sup>b)</sup>: 100%, <sup>c)</sup>: 90%.

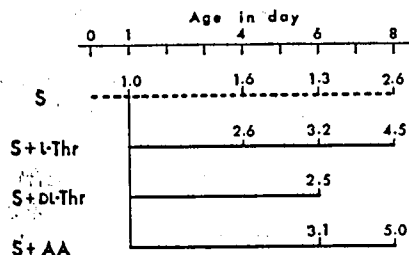


Fig. 1. Effect of threonine on oögenesis. 0 in age represents the adult emergence.

いが目立った。DL-Threonine 区には死亡個体はなく、処理5日後までに「2.5」の发育段階に至った。

以上の実験では、アミノ酸を粉状のまま蔗糖に混ぜて与えていたが、次に、L-Threonine を5%蔗糖水溶液に溶かして与える実験を行なった。第4表の結果が示すように、0.5%以上のL-Threonine 濃度では86%以上の個体が死亡した。

0.1% の場合には、死亡率が10%以下で、卵巣发育が認められた。しかし、0.01%濃度では死亡個体はなく、促進作用も現われなかった。

また、粉状で与えた場合に高い死亡率を与えた、Glycine-HCl, L-Lysine-HCl, Na L-Glutamate も0.1% の濃度で蔗糖液に混ぜたときには、いずれも死亡率は30%以下であったが、卵巣发育促進作用もなかった。

これまでの結果からもわかるように、実験のたびに蔗糖のみを与えた区および Threonine 区などの卵の发育に振れが見られた。これが幼虫の飼育状態による成虫の大きさに原因するのではないかと推定のもとに、同一群の成虫が産んだ卵を2分し、飼育密度を調節して飼育し、平均蛹体重(雌雄こみ)で倍の違いのある2成虫群を作って実験した。この結果は第2図に示した。小さい成虫は平均蛹体重が10.5mgとかなり小さい群で、大きい方は21.2mgで普通の大きさの群

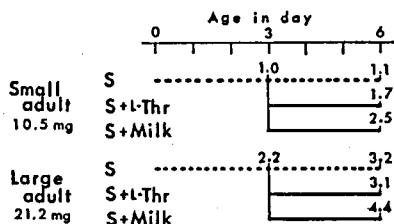


Fig. 2. Effect of threonine on the oögenesis of different sized adults.

であった。

小さい群は蔗糖のみを与えると、3日後まで卵がほとんど发育せず、L-Threonine, ミルクを加えた区では卵黄蓄積の促進が見られたが、L-Threonine の作用はミルクに比べて弱かった。

一方、大きい群では、蔗糖のみを与えたときにも3日後までに卵は「3.2」の发育段階にまで達し、L-Threonine を加えた区の促進作用は現われず、ミルクを加えた区でのみ作用が見られた。

最後に、幼若ホルモン類似化合物とL-Threonine の卵巣发育に及ぼす影響を比較した(第3図)。蔗糖のみを与えた成虫に5γ/flyの幼若ホルモン類似化合物を局所的に塗布すると弱いが卵巣发育の促進が認められた。次に、L-Threonine を加えて与えた成虫に同化合物を5γ/fly 処理した。L-Threonine を加えて

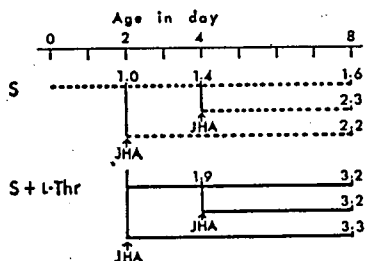


Fig. 3. Effect of a juvenile hormone analogue (JHA) and L-threonine.

Table 4. Effect of L-threonine solution on oögenesis.

S+	Stage after 5 days	Mortality %	Number of fly
S only	1.0	0	28
L-Thr powder	1.6	49	34
AA Soln. 1%	3.8	14	14
L-Thr soln. 2%	1.6	92	62
1%	1.5	92	89
0.5%	1.7	86	82
0.1%	(I) 1.7	10	70
0.1%	(II) 2.2	0	20
0.01%	1.3	0	20

与えたのみの区で明らかに発育が促進され、しかも、幼若ホルモン類似化合物局所施用のみより強い作用であった。しかし、L-Threonine、局所施用の両処理を合わせて行なっても、L-Threonine 処理単独の場合以上に卵巣の発育が促進されることはなかった。

## 考 察

本研究において、各実験ごとに卵巣発育程度がばらついたが、この原因として、成虫の大きさ、すなわち、幼虫期の飼育状態が挙げられ、幼虫期の栄養状態が良く、大きな成虫になったときには、桜井<sup>9)</sup>が指摘しているように蔗糖のみを摂食した場合にも卵巣の発育が開始すると考えられる。

Threonine には明らかに卵黄蓄積を促進する作用が認められたが、この作用はイエバエが大きな成虫の場合には現われ難かった。また、逆に、特に栄養状態の悪い状態で育て、小さい成虫になった場合には、促進作用が弱かった。

Weismann<sup>7)</sup> および Adams and Nelson<sup>8)</sup> によれば、イエバエ成虫の第1期卵巣発育は蛹脂肪体の減少と強く関連しており、卵黄形成の前駆体として蛹脂肪体中の物質を利用していると考えられている。すなわち、卵黄の形成を律する段階は、卵巣が卵黄前駆物質を吸収して、卵内に蓄積する過程の他に、前駆物質の供給の過程にもあると考えられる。

栄養状態の悪い小さい成虫では卵の数が少ない<sup>9)</sup>といわれているものの、蛹脂肪体も少なく、卵黄形成に十分な量の卵黄前駆体を補給できないと考えられる。このような前駆体の不足している小さい成虫では、前駆体としての役割を大きく果すとは考えられない Threonine の促進作用が抑えられるのは当然であろうし、これに比べ、アミノ酸混合物やミルクがより以上に卵黄形成を促進するのは、それ自体、卵黄前駆物質となり得るためだと考えられる。

このように卵黄形成過程を前駆物質の供給量と卵巣でのその吸収と蓄積に分ければ、幼若ホルモン類似化合物を処理したときの結果も考え易い。Adams<sup>10,11)</sup>、Adams and Eide<sup>12)</sup> によれば、幼若ホルモンは直接卵巣に働いて卵巣の蓄積を促進するので、卵黄前駆物質の供給の面には作用を及ぼさず、小さい成虫に対しては強い作用を発現しないと考えられる。

Threonine の作用が単にアラタ体を刺激して卵黄形成を促進するのか、それとも、上記の前駆物質の供給に関与しているのかは全く不明であるが、幼若ホルモン類似化合物を処理しても、Threonine との相加作

用は現われなかったこと、および、ミルク、アミノ酸混合物を加えて与えると L-Threonine 以上に卵黄形成を促進することを考えると、イエバエの卵黄形成速度は、卵黄前駆物質の量によって決定されていると考えられる。

## 文 献

- 1) Engelmann, F.: 'The physiology of insect reproduction' pp. 307, Pergamon Press, Oxford, (1970).
- 2) Rauband, E.: *Ann. Inst. Pasteur*, 36, 765 (1922).
- 3) Glaser, R. W.: *J. exp. Zool.*, 38, 383 (1923).
- 4) Goodman, T., P. E. Morrison and D. M. Davies: *Can. J. Zool.*, 46, 409 (1968).
- 5) 桜井宏矩: 衛動, 1975年度大会講演.
- 6) House, H. L. and J. S. Barlow: *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 51, 299 (1958).
- 7) Weismann, R.: *Mitt. Schweig. ent. Ges.*, 35, 185 (1963).
- 8) Adams, T. S. and D. R. Nelson: *J. Insect Physiol.*, 15, 1729 (1969).
- 9) 武衛和雄: 衛動, 18, 18 (1967).
- 10) Adams, T. S.: *J. Insect Physiol.*, 16, 349 (1970).
- 11) Adams, T. S.: *J. Insect Physiol.*, 20, 263 (1974).
- 12) Adams, T. S. and P. E. Eide: *Gen. comp. Endocr.*, 18, 12 (1972).

## Summary

Effects of dietary amino acids on the adult housefly were examined.

Mixture of 18 amino acids accelerated 1st generation oögenesis as strong as milk, when it was added to sucrose.

When each amino acid powder was added to sucrose, Gly-HCl, L-Lys-HCl, Glu-Na salt showed lethal effect on the adult fly. L-Thr having also lethal action at high concentration, accelerated oögenesis without lethal action when 0.1% solution was given.

But, effect of L-Thr was reduced when applied to large adults of which oöcyte developed only by sucrose.