

セジロウンカの幼虫発育に不可欠なビタミン

小山 健 二¹⁾

農林水産省農業環境技術研究所昆虫管理科

Essential Vitamins for Nymphal Growth of White-Backed Planthopper *Sogatella furcifera* HORVATH (Hemiptera: Delphacidae). Kenji KOYAMA²⁾ (Division of Entomology, National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **35**: 297–301 (1991)

Essential vitamins for nymphal growth of *Sogatella furcifera* were investigated. MED-1 diets lacking one vitamin were prepared to evaluate the effects of vitamin deficiency on nymphal duration and survivorship. When thiamine or choline was omitted, nymphs could not complete development which indicates that these two vitamins are essential. The minimum concentrations of thiamine hydrochloride and choline chloride required for nymphal growth are estimated to be 0.005 and 0.098 mg/100 ml, respectively.

Key words: essential vitamins, White-backed planthopper, *Sogatella furcifera*

緒 言

完全合成工飼料によるセジロウンカの飼育は、小山・三橋 (1980) により報告された。この方法により、本種の栄養要求を明らかにするための、基礎的な研究を行う道が開かれた。ウンカ類の栄養生理については、ヒメトビウンカでは、幼虫発育に不可欠なアミノ酸の種類と濃度 (KOYAMA and MITSUHASHI, 1975), ビタミン (小山・三橋, 1977), 微量金属 (小山・三橋, 1979), 無機塩 (小山・三橋, 1991), 利用可能な炭水化物 (MITSUHASHI and KOYAMA, 1969) などが明らかにされた。また、トビロウンカでは、糖類の水溶液上での幼虫の生存期間 (小山, 1981), 幼虫の発育に対する糖類の栄養価 (KOYAMA, 1984, 1985a, 1988), 幼虫の発育に不可欠なアミノ酸 (KOYAMA, 1984, 1985b, 1988), ビタミン (KOYAMA, 1984, 1986, 1988) が明らかにされた。今回はセジロウンカの栄養要求のうち、幼虫の発育に不可欠なビタミンが何であるかを明らかにしたので報告する。

本文に入るに先だち、終始暖かくご指導いただいた東京農工大学農学部三橋淳教授ならびに本報のとりまとめにあたり有益なご助言をいただいた野菜・茶業試験場虫害第 2 研究室長の松井正春博士に対して感謝の意を表します。

材料および方法

実験に供したセジロウンカは、実験室内でイネ芽出しを用いて 25°C, 長日条件 (16L-8D) 下で継代飼育している個体群を使用した。人工飼育容器は、小山・三橋 (1980) のセジロウンカの飼育容器と同様で容器の底に湿ったろ紙を敷いた。セジロウンカは、ヒメトビウンカやトビロウンカの採卵方法 (MITSUHASHI, 1970) ではほとんど産卵しないので、イネ芽出しに産卵させた卵をふ化直前にとりだし、湿ったろ紙の上のせてふ化させた。ふ化した幼虫は小筆を使いそれぞれの飼料を付けた容器に移した。人工飼料としては MED-1 (MITSUHASHI and KOYAMA, 1971; 三橋・小山, 1972) を基本として、それからビタミンを各 1 種類除いた飼料を調製して供試した (第 1 表)。また、除去により、幼虫発育に不可欠と認められたビタミンについては、その濃度を変えて最低有効濃度および至適濃度を探索した。飼育は 25°C, 長日条件 (16L-8D) 下で行った。人工飼料は、引き伸ばしたフジ・シーロンフィルムを通して吸汁させ、1 日おきに更新した。各区につき 100 頭の個体飼育を行い、幼虫の各齢期間および生存虫率、ならびに成虫化率を記録した。

1) 現在 野菜・茶業試験場環境部

2) Present address: National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea, Ano, Mie 514-23, Japan.

1991 年 1 月 31 日受領 (Received January 31, 1991)

1991 年 6 月 18 日登載決定 (Accepted June 18, 1991)

結 果

MED-1 飼料から個別にビタミン各 1 種類を除去した飼料でのセジロウンカの各齢期間および成虫化率を第 2 表に示す。チアミン塩酸塩あるいは塩化コリンを欠いた飼料では、セジロウンカは幼虫発育を完了することができず、それぞれ 3 齢および 5 齢の途中で全個体が死亡した。全幼虫期間は、ニコチン酸、ピリドキシリン塩酸塩、パントテン酸カルシウム、およびアスコルビン酸ナトリウムを欠く飼料では、幼虫期間の遅延程度が大きいことが明らかになった。また、葉酸、イノシトールおよびピオチンに欠いた飼料では、セジロウンカの幼虫期間の遅延程度は小さく、リボフラビンを欠く飼料の場合は、MED-1 飼料と比べて差は認められなかった。なお、全部のビタミンを除去した区では 3 齢途中までしか発育できなかった。また、各齢期間の遅延は、全齢期間が遅延するのではなく、1~2 齢幼虫より 3~5 齢幼虫のほうが遅

延の割合がやや大きくなる傾向を示した。成虫化率は、MED-1 飼料と比べて、リボフラビンとイノシトールで有意差がなく、ニコチン酸除去飼料では 5% 水準で、その他のビタミンを除去した飼料では 1% 水準で有意差があった(比率の差の検定)。ピリドキシリンおよびパントテン酸を欠く飼料では成虫化率は顕著に低く、とくに前者では成虫まで達した個体は 7% にすぎなかった。チアミン塩酸塩を欠く飼料では、ふ化後 10 日目までですべての個体が死亡したが、生存虫率の低下は 6 日以後に顕著であった。また、成虫まで達しなかった塩化コリン除去区およびビタミン全部除去区と成虫化率の低かったピリドキシリン塩酸塩除去区およびパントテン酸カルシウム除去区では、ふ化後 15 日までの生存虫率が低かった(第 1, 2 図)。

次に、上の実験で不可欠と考えられた 2 種のビタミンについて、最低有効濃度および至適濃度を探索した。チアミン塩酸塩の濃度と幼虫発育および成虫化率は第 3 表に示すとおりである。全幼虫期間は、1/4 (0.625 mg/100 ml) 濃度区では対照区と有意差がなく、他の濃度区では有意に幼虫期間が遅延した。また、各齢期間を見ると、チアミンの濃度が薄くなるにしたがい 3~5 齢の幼虫期間がやや長くなる傾向を示した。成虫化率は 1/8~1/16 (0.313~0.156 mg/100 ml) の濃度では対照区と有意差がなく、その他の濃度区では有意差が認められた。チアミン塩酸塩をまったく欠く飼料では、3 齢の途中ですべての個体が死亡し、チアミン濃度が 1/256 (0.01 mg/100 ml) では、成虫化率が 21% で、1/512 (0.005 mg/100 ml)

第 1 表 MED-1 飼料のビタミン組成 (mg/100 ml)

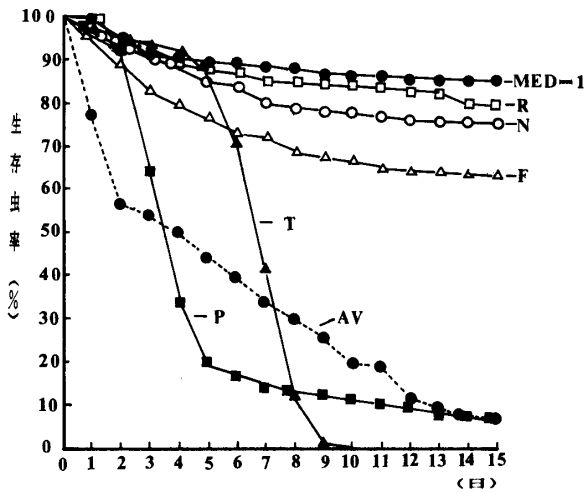
チアミン塩酸塩	2.5
リボフラビン	5.0
ニコチン酸	10.0
ピリドキシリン塩酸塩	2.5
葉酸	1.0
パントテン酸カルシウム	5.0
イノシトール	50.0
塩化コリン	50.0
ピオチン	0.1
アスコルビン酸ナトリウム	100.0

第 2 表 ビタミン 1 種類を欠く MED-1 飼料での幼虫発育と成虫化率

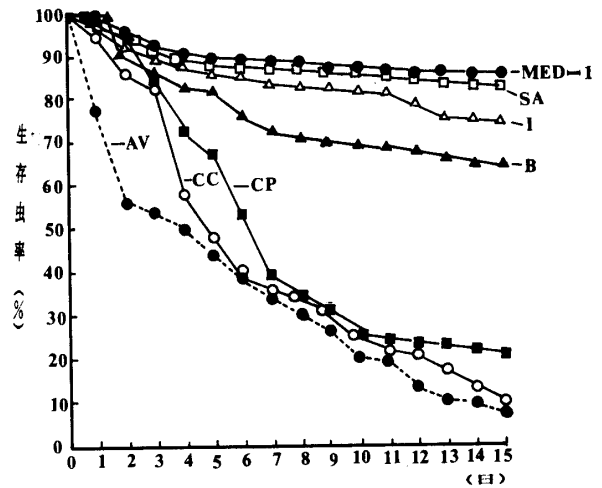
除去したビタミンの種類	各齢期間±標準偏差(日)					全幼虫期間 ¹⁾ ±標準偏差(日)	成虫化率 ²⁾ (%)
	1 齢	2 齢	3 齢	4 齢	5 齢		
チアミン塩酸塩	3.9±0.9	3.0±0.7					0
リボフラビン	3.6±0.8	2.6±0.8	2.2±0.9	2.6±0.7	3.8±0.9	14.7±1.0 a	80 N.S.
ニコチン酸	4.0±1.0	3.9±1.4	3.4±1.3	3.3±1.0	4.9±1.2	19.5±2.1 d	70 *
ピリドキシリン塩酸塩	3.5±0.6	4.1±1.0	3.8±1.0	3.9±1.3	4.1±1.1	19.1±2.3 cd	7 **
葉酸	3.6±0.9	2.9±0.8	2.7±0.7	2.7±0.8	3.7±0.8	15.6±1.6 b	63 **
パントテン酸カルシウム	3.2±0.6	2.9±1.1	4.0±1.0	3.9±1.1	4.4±0.7	18.6±1.8 c	18 **
イノシトール	3.3±0.8	2.9±1.0	2.5±0.8	2.9±0.7	4.1±0.8	15.5±1.1 b	73 N.S.
塩化コリン	4.4±1.4	4.6±1.7	4.1±2.1	6.0±0.0			0
ピオチン	3.7±1.0	3.0±1.0	2.8±0.8	3.0±0.7	4.2±0.9	16.6±1.6	60 **
アスコルビン酸ナトリウム	3.6±1.0	3.6±1.3	4.5±1.6	4.7±1.3	6.1±1.7	21.5±2.3	44 **
ビタミン全部除去	5.4±1.1	6.5±0.7					0
MED-1 飼料	3.6±0.6	2.9±0.9	2.4±0.8	2.7±0.8	3.6±0.8	14.8±1.2 a	85

¹⁾ 同一英字を付した全幼虫期間の間には、DUNCAN's multiple range test による有意差 (5%) がないことを示す。

²⁾ 成虫化率については、MED-1 飼料を対照として、比率の差の検定を行い、*、** および N.S. は、それぞれ 5%、1% で有意差あり、および有意差なしを示す。



第1図 ふ化後15日までの生存虫率曲線-1. MED-1: MED-1 飼料, R: リボフラビン除去飼料, N: ニコチン酸除去飼料, F: 葉酸除去飼料, T: チアミン除去飼料, AV: ビタミン全部除去飼料, P: ピリドキシン除去飼料.



第2図 ふ化後15日までの生存虫率曲線-2. MED-1: MED-1 飼料, SA: アスコルビン酸除去飼料, I: イノシトール除去飼料, B: ビオチン除去飼料, CP: パントテン酸除去飼料, CC: コリン除去飼料, AV: ビタミン全部除去飼料.

第3表 チアミン塩酸塩の濃度と幼虫発育および成虫化率

チアミン塩酸塩の濃度	各齢期間±標準偏差(日)					全幼虫期間 ²⁾ ±標準偏差(日)	成虫化率 ³⁾ (%)
	1 齢	2 齢	3 齢	4 齢	5 齢		
1 ¹⁾	3.3±0.6	2.9±0.9	2.4±0.8	2.7±0.8	3.6±0.8	14.8±1.2 a	85
1/2	3.5±0.5	2.7±0.9	2.6±0.6	2.9±0.6	4.1±0.7	15.5±1.2 bc	68 **
1/4	3.4±0.8	2.7±0.8	2.7±0.9	2.8±0.6	3.7±0.8	15.2±1.2 ab	55 **
1/8	3.4±0.7	2.7±0.8	2.6±0.7	2.9±0.6	4.0±1.2	15.5±1.7 bc	78 N.S.
1/16	3.5±0.6	3.0±0.9	2.5±0.8	2.9±0.9	4.2±0.8	16.0±1.3 cd	80 N.S.
1/32	3.6±0.7	2.7±0.9	2.5±0.8	3.0±0.8	4.1±1.0	16.0±1.6 cd	70 *
1/64	3.7±0.8	2.9±1.1	2.6±0.8	3.1±0.8	4.1±0.9	16.5±1.9 d	69 *
1/128	4.0±0.9	3.0±1.0	3.5±1.1	3.5±1.5	4.9±1.4	18.6±3.3 e	64 **
1/256	3.7±0.9	3.2±1.7	3.8±1.3	4.0±1.3	5.0±1.0	18.3±1.7 e	21 **
1/512	3.4±0.7	3.4±0.9	3.7±1.2	5.0±0.0	8.0±0.7	25.0	1 **
0	3.9±0.9	3.0±0.7					0

1) MED-1 における濃度: 飼料 100 ml 中 2.5 mg.

2) 同一英字を付した全幼虫期間の間には DUNCAN's multiple range test による有意差 (5%) がないことを示す.

3) 成虫化率については, チアミン塩酸塩の濃度 1 を対照として, 比率の差の検定を行い, *, ** および N.S. はそれぞれ 5%, 1% 水準で有意差あり, および有意差なしを示す.

では1%と低いことが明らかになった。以上の結果から、チアミン塩酸塩の最低有効濃度は、1頭ではあるが成虫まで発育した0.005 mg/100 ml 付近と推定される。また、試験した濃度区のうちMED-1 飼料に含まれている2.5 mg/100 ml で最も発育が早く、成虫化率も良かった。この濃度以上では試験をしていないので、至適濃度の範囲は決定できなかった。

塩化コリンを飼料より除去すると、セジロウシカは5 齢幼虫まで発育することができたが成虫まで発育しなかった。塩化コリン濃度と幼虫発育および成虫化率は第4表に示すとおりである。塩化コリンが1/2~1/4 (25~

12.5 mg/100 ml) の濃度では全幼虫期間に有意差がなかった。全幼虫期間がMED-1 飼料より遅延した各濃度区の幼虫の齢期間は、一定の齢が遅延するのではなく、1~5 齢いずれの齢も遅延する傾向を示した。成虫化率は、いずれの濃度区でも対照区と有意差があった。以上の結果から、塩化コリンの最低有効濃度は1頭ではあるが成虫まで発育した濃度の、0.098 mg/100 ml 付近と推定された。また、MED-1 飼料に含まれている50 mg/100 ml より濃い濃度については試験をしていないので、至適濃度の範囲は決定できなかった。

第4表 塩化コリンの濃度と幼虫発育および成虫化率

塩化コリンの濃度	各齢期間±標準偏差(日)					全幼虫期間 ²⁾ ±標準偏差(日)	成虫化率 ³⁾ (%)
	1 齢	2 齢	3 齢	4 齢	5 齢		
1 ¹⁾	3.3±0.6	2.9±0.9	2.4±0.8	2.7±0.8	3.6±0.8	14.8±1.2	85
1/2	3.3±0.6	3.1±0.7	2.6±0.9	3.1±0.8	3.9±0.9	15.8±1.5 a	68 *
1/4	2.9±0.7	3.0±0.7	2.9±0.6	3.2±0.8	4.1±1.0	16.2±1.6 ab	41 **
1/8	3.6±0.7	2.8±0.9	3.0±0.9	3.1±1.0	4.1±0.9	16.6±1.5 b	65 **
1/16	4.1±0.8	3.5±0.8	3.2±1.4	3.7±0.8	4.1±0.8	18.5±1.8	64 **
1/32	4.4±0.8	4.0±0.8	3.8±1.0	3.9±1.0	3.4±1.2	20.2±1.5	59 **
1/64	4.8±1.4	4.7±1.5	4.1±1.0	4.2±1.3	4.8±0.8	22.0±2.0 c	32 **
1/128	5.2±1.2	5.0±1.7	4.3±1.7	4.3±1.0	5.3±0.7	25.3±2.2	8 **
1/256	5.4±1.7	4.6±1.1	4.7±1.4	4.3±0.5	5.0±0.0	23.5±2.1 c	2 **
1/512	4.9±0.9	5.5±1.3	5.5±2.1	4.0	7.0	28.0	1 **
0	4.4±1.4	4.6±1.7	4.1±2.1	6.0			0

1) MED-1における濃度：飼料 100 ml 中に 50 mg.

2) 同一英字を付した全幼虫期間の間には、DUNCAN's multiple range test による有意差 (5%) がないことを示す。

3) 成虫化率については、塩化コリンの濃度 1 を対照として比率の差の検定を行い、*、** および N.S. は、それぞれ 5%、1% 水準で有意差あり、および有意差なしを示す。

考 察

本研究により、セジロウンカの幼虫発育に不可欠なビタミンは、チアミンとコリンの2種類であることが明らかになった。これまでにウンカ・ヨコバイ類でビタミンの栄養要求が明らかにされているのはヒメトビウンカとトビロウンカだけであり、ヒメトビウンカ、トビロウンカおよびセジロウンカを比較すると、ヒメトビウンカとトビロウンカの幼虫発育に不可欠なビタミンは両種とも、チアミン、ピリドキシンおよびパントテン酸の3種類である(小山・三橋, 1977; KOYAMA, 1984, 1986, 1988)。この3種のウンカに共通した不可欠なビタミンはチアミンだけであり、セジロウンカはピリドキシンおよびパントテン酸は不可欠なビタミンでなかったが、成虫化率は顕著に低かった。ウンカ・ヨコバイ類以外の半翅目昆虫でビタミン要求が調べられているのは、アブラムシとカメムシだけである。モモアカアブラムシの幼虫発育に不可欠なビタミンはチアミン、ニコチン酸およびパントテン酸の3種であるといわれている(DADD et al., 1967)。一方、ホソヘリカメムシでは、幼虫発育に不可欠なビタミンはリボフラビンだけといわれている(野田・釜野, 1983)。これらの結果を比較すると同じ半翅目昆虫でも種によりかなりビタミンの要求性が異なると思われる。

一般に半翅目昆虫の栄養要求が他の目の昆虫に比して少ないのは、体内にいる細胞内共生微生物が宿主に必要な物質を生産して与えているからだと考えられている。セジロウンカは腹部の脂肪体内にある mycetocytes に酵

母状共生菌をもっており、これがセジロウンカに必要な物質のかなりの部分を生産して宿主に供給するため、見かけ上、セジロウンカの不可欠なビタミンが極端に少なくなっているのであろうと考えられる。しかし、セジロウンカより細胞内共生微生物を取り除いた個体で飼育試験をした報告がないため、細胞内共生微生物がセジロウンカにビタミンを補給している証明はないが、細胞内共生微生物の役割とともに今後に残された問題である。個別に除去しても発育したビタミンは可欠ビタミンといえるが、ビタミン相互間のバランスも重要な意味をもっていると思われる。

摘 要

セジロウンカの幼虫発育に不可欠なビタミンを明らかにした。ふ化直後から幼虫をビタミン各1種類を除去した人工飼料で飼育したところ、チアミン塩酸塩および塩化コリンを欠いた場合、ふ化幼虫は成虫まで発育することができなかった。したがってこれら2種のビタミンは不可欠なビタミンと考えられた。飼料中のチアミン塩酸塩の最低有効濃度は0.005 mg/100 ml 付近と推定され、塩化コリンの最低有効濃度は0.098 mg/100 ml 付近と推定された。至適濃度の範囲は決定することができなかった。ピリドキシン塩酸塩およびパントテン酸カルシウムは不可欠なビタミンではないが成虫化率が非常に低かった。

引 用 文 献

DADD, R.H., D.L. KRIEGER and T.E. MITTLER (1967) Studies

- on the artificial feeding of the aphid *Myzus persicae* (SULZER). IV. Requirements for water-soluble vitamins and ascorbic acid. *J. Insect Physiol.* **13**: 249—272.
- 小山健二 (1981) 数種糖類の水溶液上でのトビイロウンカ幼虫の生存期間. *応動昆* **25**: 125—126.
- KOYAMA, K. (1984) Nutritional physiology of the brown rice planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL (Hemiptera; Delphacidae) 中華昆虫 **4**: 93—105.
- KOYAMA, K. (1985 a) Nutritional physiology of the brown rice planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL (Hemiptera: Delphacidae). I. Effect of sugars on nymphal development. *Appl. Ent. Zool.* **20**: 292—298.
- KOYAMA, K. (1985 b) Nutritional physiology of the brown rice planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL (Hemiptera: Delphacidae). II. Essential amino acids for the nymphal development. *Appl. Ent. Zool.* **20**: 424—430.
- KOYAMA, K. (1986) Nutritional physiology of the brown rice planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL (Hemiptera: Delphacidae). III. Essential vitamins for the nymphal development. *Appl. Ent. Zool.* **21**: 252—257.
- KOYAMA, K. (1988) Artificial rearing and Nutritional physiology of the planthopper and leafhoppers (Hemiptera; Delphacidae and Deltocephalidae) on a holidic diet. *JARG Vol.* **22**: 20—27.
- KOYAMA, K. and J. MITSUHASHI (1975) Essential amino acids for the growth of the smaller brown planthopper, *Laodelphax striatellus* FALLÉN (Hemiptera: Delphacidae). *Appl. Ent. Zool.* **10**: 208—215.
- 小山健二・三橋 淳 (1977) ヒメトビウンカの幼虫発育に不可欠なビタミン. *応動昆* **21**: 23—26.
- 小山健二・三橋 淳 (1979) ヒメトビウンカの幼虫発育に不可欠な微量元素. *応動昆* **23**: 173—177.
- 小山健二・三橋 淳 (1980) 完全合成飼料によるセジロウンカの人工飼育. *応動昆* **24**: 117—119.
- 小山健二・三橋 淳 (1991) ヒメトビウンカの幼虫発育に不可欠な無機塩. *応動昆* **35**: 137—143.
- MITSUHASHI, J. (1970) A device for collecting planthopper and leafhopper eggs (Hemiptera: Delphacidae). *Appl. Ent. Zool.* **5**: 47—49.
- MITSUHASHI, J. and K. KOYAMA (1969) Survival of smaller brown planthopper, *Laodelphax striatellus* FALLÉN, on carbohydrate solutions (Hemiptera: Delphacidae). *Appl. Ent. Zool.* **4**: 185—193.
- MITSUHASHI, J. and K. KOYAMA (1971) Rearing of planthoppers on a holidic diet. *Entomol. exp. appl.* **14**: 93—98.
- 三橋 淳・小山健二 (1972) ヒメトビウンカの人工飼育, 特に1 齢幼虫の飼育条件の検討. *応動昆* **16**: 8—17.
- 野田隆志・釜野静也 (1983) ホソヘリカメムシの発育に必要なビタミン B 群とアミノ酸. *応動昆* **27**: 295—299.