

トビロウンカの吸汁におよぼす有機酸、アミノ酸、および無機化合物の影響

寒 川 一 成

Kazushige SÖGAWA: Effects of organic acids, amino acids, and inorganic compounds on the sucking response of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål)

Summary

Twenty-two organic acids at 0.8 to 0.05%, 19 amino acids at 2 to 0.125%, and 12 inorganic compounds at 2 to 0.125% in 15% sucrose solution were individually assessed for their effect on the sucking activity of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål). Sucking inhibitory and stimulatory effects were determined by a visual grading of honeydew excretion by female planthoppers sucking on each test solution.

1) Benzoic and salicylic acids inhibited almost completely the insect sucking at 0.05%. Oxalic acid also exhibited a sucking inhibitory effect at 0.1% or more. On the other hand, citric, malic, succinic, and tartaric acids did not inhibit the insect sucking at all even at a concentration as high as 0.8%, and rather stimulated the sucking at 0.2 to 0.4%.

2) The planthopper sucked actively the sucrose solutions containing single amino acids except for γ -aminobutyric acid, glycine, lysine and methionine at concentrations below 0.5 or 0.25%. Most of the amino acids suppressed the insect sucking at 1 or 2%.

3) KCl and NaCl were sucking inhibitory at 1 to 2%, but stimulatory at 0.25%. CaCl_2 , MgCl_2 and MnCl_2 showed a stronger sucking inhibitory effect than KCl and NaCl. FeCl_2 inhibited completely the insect sucking even at the lowest concentration tested, 0.125%.

トビロウンカ *Nilaparvata lugens* (Stål) に対する稲の品種抵抗性は、稲の維管束に存在する化学的因子による吸汁阻害作用に原因する現象と理解されている^{7,8)}。トビロウンカの吸汁を阻害する物質として、タイヌビエからトランス-アコニット酸が⁹⁾、また稲から低分子量珪酸とシュウ酸が単離されている^{10,11)}。

本報では、トビロウンカに対する、各種有機酸、アミノ酸、および無機化合物の吸汁阻害作用の有無を調べた結果を報告する。

実験方法

供試化合物は所定の濃度に15%スクロース液に溶解し、酸性化合物の溶液は NaOH で中和した後、5 ml ずつ時計皿 (直径7.5cm) に分取した。その上にトビロウンカ短翅型雌成虫を5頭ずつ入れ、開口部を伸展したパラフィルムで封じたプラスチック製カップ (開口部直径6 cm, 深さ25cm) を倒置し、供試溶液がカップのパラフィルムと時計皿の間に封入され、カップ内のウンカ

がパラフィルムを通して供試溶液を吸汁できるようにした。時計皿の下面から黄色光で照明し、28°C で約20時間吸汁させ、その間に排出される甘露液滴の量を、対照として15%スクロース液を吸汁させた場合と比較し、吸汁阻害の有無を判定した。

結果と考察

有機酸

TCAサイクルを構成する9種の有機酸は、0.2%以下の濃度ではトビロウンカの吸汁にほとんど影響を与えなかった (Table 1)。特にクエン酸、リンゴ酸、およびコハク酸は0.8% (0.04~0.08M) でも吸汁を全く阻害せず、0.2~0.4%ではむしろ吸汁を促進した。

稲の根部で酢酸を蟻酸にまで酸化する代謝経路³⁾上の有機酸の内、グリコール酸とグリオキシンの吸汁阻害作用は弱く、0.2% (0.02~0.03M) 以下では吸汁に影響しなかった。酢酸と蟻酸は0.4% (0.07~0.09M) 以上で明らかに吸汁を阻害した。シュウ酸は0.1% (0.008M) 以上で吸汁を強力に阻害した。稲体中のシュウ酸濃度は幼穂形成期に高まり、この時期の稲でのニカメイチュウの

Table 1. Effect of organic acids on sucking of the brown planthopper

Organic acid ²⁾	Sucking response ¹⁾ at indicated concentrations (%)				
	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05
TCA cycle					
<i>cis</i> -Aconitic	-*	+	+	+	+
Citric	+	+	+	+	+
Fumaric	+	+	+	+	+
Isocitric	±*	+	+	+	+
α -Ketoglutaric	±*	+	+	+	+
Malic	+	+	+	+	+
Oxalacetic	±	+	+	+	+
Pyruvic	+	+	+	+	+
Succinic	+	+	+	+	+
Glycolic acid pathway					
Acetic	-*	±	+	+	+
Formic	-*	±	+	+	+
Glycolic	+	+	+	+	+
Glyoxylic	+	+	+	+	+
Oxalic	-*	-*	-*	±*	+
Others					
<i>trans</i> -Aconitic	-*	±	+	+	+
Benzoic	-	-	±	±	±
Glutaric	+	+	+	+	+
Itaconic	±*	±*	+	+	+
Maleic	-*	±	+	+	+
Malonic	±*	+	+	+	+
Salicylic	-	-	±	±	±
Tartaric	+	+	+	+	+

1) Based on visual estimation of honeydew excretion.
 -, no excretion; ±, excreted as a trace amount;
 +, excreted considerably, but less than control;
 ++, excreted as much as, or more than, control;
 *, accompanied with high mortality.

2) All the organic acids were neutralized with NaOH.

生育抑制との因果関係を示唆する報告がある⁹⁾。

上記の代謝経路外の有機酸では、ベンゼン核を有する安息香酸とサリチル酸が、0.05% (0.004M) でも吸汁を阻害し、シュウ酸よりも強力な吸汁阻害作用を示した。これらの芳香族有機酸は、ニカメイチュウの生育阻害物質として稲体から単離されている¹⁾。また0.002~0.004 Mサリチル酸スクロース溶液は、トビイロウンカの口針挿入と産卵を刺激することが知られている⁴⁾。トランス-アコニット酸、イタコン酸、およびマレイン酸は、シュウ酸の約1/4の吸汁阻害作用を示した。一方酒石酸はクエン酸やリンゴ酸と同様、全く阻害作用を持っていなかった。

アミノ酸

グルタミンとトレオニン以外の供試アミノ酸は、1~2%の濃度で吸汁を阻害したが、それ以下の濃度で明らかかな吸汁阻害作用を有するアミノ酸は見い出せなかった (Table 2)。トビイロウンカは γ -アミノ酪酸、グリシン、リジン、およびメチオニン以外のアミノ酸を0.5~0.25%以下の濃度に含有する15%スクロース液をよく吸汁した。著者⁵⁾はアスパラギン酸、アスパラギン、アラ

Table 2. Effect of amino acids on sucking of the brown planthopper

Amino acid	Sucking response ¹⁾ at indicated concentrations (%)				
	2	1	0.5	0.25	0.125
Alanine	±	+	+	+	+
β -Alanine	±	±	+	+	+
γ -Aminobutyric acid	+	+	+	+	+
Arginine	±	+	+	+	+
Asparagine	+	+	+	+	+
Aspartic acid	±	+	+	+	+
Glutamic acid	±*	+	+	+	+
Glutamine	+	+	+	+	+
Glycine	+	+	+	+	+
Histidine	±*	+	+	+	+
Hydroxyproline	+	+	+	+	+
Isoleucine	+	+	+	+	+
Leucine	±	±	+	+	+
Lysine	+	+	+	+	+
Methyonine	±	+	+	+	+
Phenylalanine	+	+	+	+	+
Proline	+	+	+	+	+
Threonine	+	+	+	+	+
Valine	+	+	+	+	+

1) See Table 1.

Table 3. Effect of inorganic compounds on sucking of the brown planthopper

Compound	Sucking response ¹⁾ at indicated concentrations (%)				
	2	1	0.5	0.25	0.125
KCl	-*	+	+	+	+
NaCl	-*	±*	+	+	+
CaCl ₂ · 2H ₂ O	-*	±*	+	+	+
MgCl ₂ · 6H ₂ O	+	+	+	+	+
MnCl ₂ · 6H ₂ O	-*	-*	±*	+	+
FeCl ₂ · 6H ₂ O	-*	-*	-*	-*	-*
KBr	±*	+	+	+	+
KI	-*	±*	+	+	+
KNO ₃	-*	-*	-*	±*	±*
K ₃ PO ₄	±*	+	+	+	+
K ₂ S ₂ O ₈	-*	±	+	+	+
K ₂ SO ₄	±*	±*	+	+	+

1) See Table 1.

ニン、グルタミン酸、およびバリンの1%水溶液をトビイロウンカに吸汁させた場合、高い吸汁指数 (甘露水滴数/口針刺数) を与え、継続的吸汁を促進することを既報している。

無機化合物

塩化カリウムと塩化ナトリウムは1~2% (0.2~0.3 M) 以上で15%スクロース液の吸汁を阻害したが、0.25%ではむしろ吸汁を促進した (Table 3)。結晶水の重量を差引いた塩化カルシウム、塩化マグネシウム、および塩化マンガンは、それぞれ約0.8、>0.4 および0.3% (約0.07、>0.04、および0.02M) であり、カリウムやナトリウム塩よりも強い吸汁阻害作用を有し

た。塩化第一鉄は0.1% (0.006M) 以下の濃度でも吸汁を完全に阻害した。

異なるカリウム化合物の吸汁阻害力を、溶液中の K^+ 濃度を基準にとり比較した場合、リン酸三カリウムは塩化カリウムと同様、 K^+ 濃度が約0.3M以上で吸汁阻害作用を示した。臭化カリウムでは K^+ 濃度が約0.2M, 硫酸カリウムとメタ重亜硫酸カリウムでは約0.1 M, ヨウ化カリウムと硝酸カリウムでは約0.05Mで吸汁阻害作用が表われた。

要 約

有機酸、アミノ酸、および無機化合物の、トビイロウンカに対する吸汁阻害作用の有無を調べた。

1 安息香酸とサリチル酸は0.05%でも吸汁をほぼ完全に阻害した。シュウ酸は0.1%以上で吸汁阻害作用を示した。クエン酸、リンゴ酸、コハク酸、および酒石酸は、0.8%でも吸汁阻害作用を示さず、0.2~0.4%ではむしろ吸汁を促進した。

2 ほとんどのアミノ酸は1~2%以上の濃度で吸汁を抑制したが、0.5~0.25%以下では全く阻害しなかった。

3 塩化カリウムと塩化ナトリウムは1~2%以上の濃度で吸汁阻害作用を表わしたが、0.25%では吸汁を促進した。塩化第一鉄は0.0125%でも吸汁を完全に阻害した。

引 用 文 献

- 1) Ishii, S., Hirano, C., Iwata, Y., Nakasawa, M. and Miyagawa, H. (1962) Isolation of benzoic and Salicylic acids from the rice plant as growth inhibiting factors for the rice stem borer (*Chilo suppressalis* Walker) and some rice plant fungus pathogens. Jap. J. appl. Ent. Zool. 61: 281~288.
2) Kim, M., Koh, H., Obata, T., Fukami, H. and Ishii, S. (1976) Isolation and identification of *trans*-aconitic acid as the antifeedant in barnyard

grass against the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae). Appl. Ent. Zool. 11: 53~57.

3) 三井進午・熊沢喜久雄

(1961) 作物の養分吸収に関する動的研究(第36報) 水稲根中の有機酸代謝経路について. 土肥雑 32: 433~439.

4) Sekido, S. and Sōgawa, K. (1976) Effects of salicylic acid on probing and oviposition of the rice plant- and leafhoppers (Homoptera: Delphacidae and Deltocephalidae). Appl. Ent. Zool. 11: 75~81.

5) 寒川一成 (1972) トビイロウンカの吸汁習性に関する研究. 第3報 吸汁活動におよぼすアミノ酸およびその他の物質の効果. 応動昆 16: 1~7.

6) Sōgawa, K. (1974) Studies on the feeding habits of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae). IV. Probing stimulant. Appl. Ent. Zool. 9: 204~213.

7) 寒川一成 (1979) トビイロウンカの吸汁習性とイネの抵抗性. 植物防疫. 33: 187~192.

8) Sōgawa, K. and Pathak, M. D. (1970) Mechanisms of brown planthopper resistance in Mudgo variety of rice (Homoptera: Delphacidae). Appl. Ent. Zool. 5: 145~158.

9) 筒井喜代治・佐藤昭夫・田中清・谷元節男・小林静夫 (1957) 西南暖地早期及び晩期栽培稲作における二化螟虫の発生消長について. 東海近畿農試研報. 栽培部 4: 105~120.

10) Yoshihara, T., Sōgawa, K., Pathak, M. D., Juliano, B. O. and Sakamura, S. (1979) Soluble silicic acid as a sucking inhibitory substance in rice against the brown planthopper (Delphacidae, Homoptera). Ent. exp. & appl. 26: 314~322.

11) Yoshihara, T., Sōgawa, K., Pathak, M. D., Juliano, B. O. and Sakamura, S. (1980) Oxalic acid as a sucking inhibitor of the brown planthopper in rice (Delphacidae, Homoptera). Ent. exp. & appl. 27: 149~155.

(1982年6月6日受領)