植物ホルモンの植物ウイルス増殖に対する影響*

平井 篤造・尹 泰圭・杉浦 宣紹
富田 正行・牧 颯夫**

The effect of plant hormones on the multiplication of plant viruses

Tokuzo HIRAI, Tae Gyu YUN, Nobuaki SUGIURA,
Masayuki TOMIDA, and Akio MAKI

Plant Pathology Laboratory, Faculty of Agriculture, Nagoya University

摘 要: カイネチン, MH, インドール醋酸 (IAA) およびその前駆物質は, タバコモザイクウイルス (TMV) がインゲン葉上に作る局部病斑の形成を高濃度で阻害し, ジベレリンはかえって促進した. これら植物ホルモン類は, TMV のタバコ葉内での増殖にはあまり影響がなく, あるものはある濃度でかえって促進した. カイネチンおよび IAA と, 抗ウイルス剤であるブラストサイジン S(BcS) やチオウラシル(TU)

を混合して, タバコ切取葉に作用させると, 一般に抗ウイルス剤の効果が減少した. TMV やジャガイモウイルス X (PVX) をトマト苗に接種し, これに上記の植物ホルモンと抗ウイルス剤を混合散布した. 抗ウイルス剤によって, 潜伏期間の延長, 草丈や生重の増加が見られたが, ホルモン類の添加はその効果を減少させた. しかしホルモンによるウイルス病斑形成の阻害が見られた.

植物ホルモンのなかで, 植物ウイルスの増殖にかなり関係のあるのはカイネチンである. Opel⁹⁾はタバコネクローシスウイルスで, また Király and Szirmai³⁾はタバコモザイクウイルス (TMV) で, いずれもカイネチンがウイルスによる局部病斑形成を阻害することを述べた. インドール醋酸 (IAA), インドール酪酸 (IBA), ナフタレン醋酸 (NAA) などについては, Nickell⁷⁾, Kutsy and Rawlins^{4,5)}, Nichols⁸⁾, 権藤²⁾らの報告がある. その結果によると, 濃度によりウイルスの増殖を促進または阻害することもあるが, 影響のない場合もある. しかし一般に病徴の出現を遅らせる作用があるようである.

著者らは 2, 3 の植物ホルモンについて, TMV の局部病斑形成に対する影響, タバコ葉内でのウイルス増殖

に対する作用を調べ, また植物ホルモンと抗ウイルス剤との混用による効果を, 室内実験とポットでの散布試験によって確かめたので, その結果について報告する.

実験方法および結果

1. TMV の局部病斑形成に対する作用

カイネチン, ジベレリン, MH-30, および IAA など

第1図 TMV によるインゲン葉上の局部病斑形成に対するカイネチンの阻害作用
カイネチンは少量の 1N NaOH に溶解して水で希釈した. 200 ppm では多少の葉害がある.

* 植物ウイルス病の化学療法に関する研究 第14報

** 名古屋大学農学部植物病理学教室

第2図 TMV によるインゲン葉上の局部病斑形成に対するジベレリンの刺激作用 ジベレリンは少量のメチルアルコールに溶解して水で希釈した。処理葉では葉片面積の増加や葉面の凸凹がみられた。

第3図 TMV によるインゲン葉上の局部病斑形成に対する IAA, IAN, TRP の影響 IAA, IAN は少量のメチルアルコールに溶解して水で希釈した。IAA では葉の裏面の伸長がみられた。

第4図 TMV によるインゲン葉上の局部病斑形成に対する MH-30 の阻害作用 0.15%以上の濃度では多少葉害がみられた。

らびにその前駆物質であるインドールアセトニトリル (IAN), トリプトファン (TRP) を用いて, TMV のインゲン (改良おてなし) 葉上での局部病斑形成に対する作用をみた。すなわち切りとった全葉に TMV を接種後, 半葉を各種ホルモン液に, 他の半葉を対照として水に, それぞれ浮かせ, 25°C, 蛍光灯照明下 (7,000 lux) に置き, 2日後に現われた病斑数を数え, ホルモン類による病斑形成阻害度を算出した。

結果は第1～4図に示すようである。すなわちカイ

ネチンでは供試範囲のいずれの濃度でも阻害がみられた。ジベレリンは反対に促進を示し, IAA, IAN, TRP では, 低濃度では影響はなく, 高濃度では弱い阻害がみられた。また MH-30では0.05%以上で阻害があったが, さらに高濃度では葉害を生じた。

2. TMV のタバコ葉内での増殖に対する作用

切りとったタバコ (品種Bright Yellow) 葉に TMV を汁液接種し, これから直径12 mm の円形葉片をパンチしてとり, その20枚を1ベトリ血内の水に浮かべ, 他の20枚は葉液上に浮かべた。これらを 25°C, 蛍光灯連続照明下におき, 接種後5～6日目に, 葉内に生じたウイルス量を Taniguchi の方法¹⁰⁾で定量した。このようにして対照葉でのウイルスの増殖量を100として, 処理葉での増殖量をパーセントで示したのが第1表である。

第1表 TMV のタバコ葉内での増殖に対する植物ホルモンの作用

ホルモン	濃 度 (ppm)		
	25	50	100
IAA	167%	164%	127%
NAA	136	124	85
2,4D	180	178	120
カイネチン	113	126	134
ジベレリン	136	113	94
MH	98	98	104

数字は対照 (水に浮遊) を100としたときの, 処理区のウイルス増殖度を%で示す。数回の実験の平均値, IAA (インドール醋酸), NAA (ナフタレン醋酸)。

上記の表をみると, 供試植物ホルモン類は, TMV の増殖に対する作用の上から, 次の3群に分けられる

ようである。すなわち、1) 低濃度でウイルスの増殖を促進するが、高濃度ではその促進程度が劣るか、あるいは反対に軽い阻害がおこるもの。このなかには、植物組織の伸長をおこすオーキシン類 (IAA, NAA, 2,4D) およびジベレリンが入る。2) 濃度が高くなるとともに、ウイルス増殖の促進度が大きくなるもの。このなかには、植物の細胞分裂をおこすカイネチンが入る。3) ウイルスの増殖にはほとんど影響のないもの。このなかには、植物組織の阻害をおこす MH が入る。以上のように供試植物ホルモン類は、TMV のタバコ葉内での増殖に対して、いちじるしい阻害作用を示すものではなく、ほとんど影響がないか、あるいは低濃度または高濃度で、30~80%程度の増殖促進を示すことが明らかになった。

3. 植物ホルモンと抗ウイルス剤の混用による、TMV のタバコ葉内での増殖阻害効果

Király and Szirmai³⁾はウイルスの病斑形成に対して、カイネチンとチオウラシル(TU)が相乗的な阻害効果のあることを述べている。そこで植物ホルモンとして、カイネチン、IAA を、また抗ウイルス剤としてプラストサイジン S (BcS) と TU をそれぞれ用い、タバコ切取葉内での TMV の増殖に対する阻害効果を調べた。方法は第2項で述べたとおりである。なおタバコ葉片の直径の増加および重さの増加も併せて測定した。結果は第2表のとおりである。

すなわち TU, BcS 単独ではかなりのウイルス増殖阻害効果があるが、ホルモンの混用で阻害効果は減少し、特に BcS の場合にその傾向が大であった。またホルモン液単用では、葉片の直径や重さの増加は顕著であるが、ウイルス量もともに増加した。

第2表 植物ホルモンと抗ウイルス剤との混用による TMV 増殖阻害効果

薬 剤	葉片の直径	葉片の重さ	TMV 増殖
TU	101%	106%	5.7%
TU + ホルモン	146	144	16
BcS	75	50	69
BcS + ホルモン	85	62	99
ホルモン	184	183	122

TU (チオウラシル, 20ppm), BcS (プラストサイジン S, 0.05ppm), ホルモン (IAA 0.2ppm, カイネチン 1ppm, コハク酸 20ppm, 混用) 数字は対照葉 (水に浮遊) を 100 としたときのパーセント, 2回の実験平均。

4. 植物ホルモンと抗ウイルス剤の混合散布実験

IAA とカイネチンを TU や BcS に混合してトマトに散布した場合、TMV やジャガイモウイルス X

(PVX) の感染にどのような影響があるかを試験した。各区15本のトマト苗を用い、第3, 4本葉の第1, 2, 3小葉に所定濃度のウイルスをカーボランダムとともに汁液接種した。接種直後, 1, 2日後と以後は隔日宛3回, 計6回にわたり、所定薬剤 (展着剤として特製リノー加用) を15本宛 40~60ml ずつ茎葉に散布した。調査は発病までの潜伏期間, 実験終了時のトマトの草丈, 生重などについて行なった。また TMV + PVX 混合接種の場合には、生ずる病斑数を数えた。結果は第3~4表に示すとおりである。

すなわち TMV 単独接種の場合には、BcS 単独散布で潜伏期間が延長し、草丈, 生重ともに増加したが、ホルモンの加用でその効果は減少した。また TU 単独散布でもや、効果があったが、ホルモンの加用で効果が促進しなかった。TMV と PVX の混合接種では、トマトの葉に壊死病斑を生ずるが、この病斑形成に対しては BcS, TU ともに阻止効果が顕著で、ホルモン単用区でも約50%の阻止度があった。モザイク症状出現までの潜伏期間は、各処理とも大体延長したが、

第3表 TMV 接種トマトに対する植物ホルモンと抗ウイルス剤の混合散布

薬 剤	潜 伏 期	草 丈	生 重	薬 害
	日	cm	g	
無 散 布	9.0	26.8	18.7	—
BcS	9.4	29.7	21.2	+
BcS + ホルモン	9.3	27.6	18.6	—
TU	9.4	25.3	19.7	—
TU + ホルモン	9.4	24.1	19.4	—
ホルモン	9.3	27.6	21.1	—

トマト品種 清水2号, ホルモン (IAA 0.2ppm, カイネチン 5ppm, コハク酸 10ppm, 混用), BcS (プラストサイジン S 5ppm), TU (チオウラシル 25ppm)

第4表 TMV+PVX 混合接種トマトに対する植物ホルモンと抗ウイルス剤の混合散布実験

薬 剤	病斑形成阻止率	潜 伏 期 間		草 丈	生 重	薬 害
		ネ ク ロ シ ス	モ ザ イ ク			
	%	日	日	cm	g	
無 散 布	0	9.3	9.6	20.2	10.9	—
BcS	77	10.3	10.5	23.7	13.6	±
BcS + ホルモン	50	9.6	10.3	11.9	11.5	—
TU	57	10.7	10.6	23.4	14.6	—
TU + ホルモン	45	10.1	10.5	21.7	13.7	—
ホルモン	52	9.5	9.6	19.7	9.5	—

トマト品種 愛知トマト, ホルモンの組成・濃度は第3表と同じ, BcS 3ppm, TU 25ppm.

第5図 TMV+PVX 混合接種トマトに対する植物ホルモンと抗ウイルス剤の混合散布結果
左より無散布, BcS, BcS+ホルモン, TU, TU+ホルモン各散布

草丈、生重からみると、BcS 単用, TU 単用が最もよく、ホルモン加用では、その効果が減少した(第5図)。

論議および結論

まずウイルス増殖量の表し方に問題がある。この報告ではタバコ葉内に生じた TMV 量を、Taniguchi の方法¹⁰⁾で 260m μ における吸光度から定量した。これを一定面積に切りとった葉片あたりで示してある。しかしホルモン処理などでは、葉片の直径や重さの増加があり、いちじるしいときには80%ほど増加する。したがってホルモン処理でウイルス量が増加したとしても、葉片の単位生重あたりでは、無処理葉と変わらないかもしれない。しかし本実験ではタバコ葉片を養分のある液に浮かべたのではなく、基本培地は水である。そこでホルモン処理で葉面積や重量が増加したとしても、直径 12 mm の切取葉片であるから、おそらく蛋白質などの増加は少なく、主として今までであった細胞や組織の伸展と、水分の増加であろうと考えられる。したがって本報では、ウイルス量を葉片の単位重量あたりで出すことを止め、もとの1葉片あたりの数値で示した。

本実験でも明らかなように、供試ホルモンのあるものは、TMV の病斑形成に対して高濃度では阻害効果がある。しかし TMV のタバコ葉内での増殖には、影響がないか、あるいはある濃度範囲ではかえって促進がみられる。今までの研究ではこの両者を区別したものはなく、ホルモン類のウイルスに対する効果は、局部感染系で確かめられたものが多い¹¹⁾。たゞしジベレリンは特有で、病斑形成ならびに増殖に対して、ともに促進がみられた。Maramorosch もジベレリンによるウイルス被害植物の回復を述べている⁶⁾。そこで植物ホルモンの多くが、TMV の増殖には阻害効果がないのに、なぜ病斑形成を阻害するかという問題が生じてくる。これは興味あることであるが、将来の解決に残された。

次に植物ホルモンと抗ウイルス剤の共同作用について

では、Király and Szirmai がカイネチンと TU で認めている⁹⁾。また Engelbrecht and Nogai はカイネチンとクロラムフェニコルで共同作用のあることを報告した¹⁾。しかし本実験では、両者の顕著な共同作用は認められず、僅にホルモン類と TU の間でその傾向があったにすぎない。たゞしホルモン類と BcS では共同作用は少なく、反対にホルモンの添加で、抗ウイルス剤の効果がうち消される場合が多かった。この傾向は薬剤の散布実験の結果からも確認された。

以上のことから、植物ホルモンは供試の範囲では、TMV に対していちじるしい阻害作用はなく、また抗ウイルス剤の作用に対して相乗効果も少ないものと結論される。
(1967.12.7 受理)

引用文献

- 1) ENGELBRECHT, L. and K. NOGAI (1964): *Flora* **154**: 267-278.
- 2) 権藤道夫 (1953): 日植病報 **18**: 22-24; (1954): 同誌 **19**: 39-40.
- 3) KIRÁLY, Z. and J. SZIRMAI (1964): *Virology* **23**: 286-288.
- 4) KUTSKY, R. (1952): *Science* **115**: 19-20.
- 5) KUTSKY, R. J. and T. E. RAWLINS (1950): *J. Bacteriol.* **60**: 763-766.
- 6) MARAMOROSCH, K. (1959): *Proc. 4th Intern. Cong. Crop Protection* **1**: 271-272, Hamburg.
- 7) NICKELL, L. G. (1950): *Am. J. Botany* **37**: 829-835.
- 8) NICHOLS, C. W. (1952): *Phytopathology* **42**: 579-580.
- 9) OPEL, H. (1965): *Biochemische Probleme der kranken Pflanze*, 83-97, Berlin.
- 10) TANIGUCHI, T. (1962): *Nature* **194**: 708.
- 11) WEERARATNE, V. and A. E. RICH (1964): *Can. J. Botany* **42**: 885-889.

Summary

The effect of plant hormones on the local and systemic infections by tobacco mosaic virus (TMV) was investigated. Kinetin inhibited local lesion formation on bean caused by TMV (Fig.1), while gibberelin stimulated (Fig.2). Indolacetic acid (IAA) and its precursors, indolacetonitrile (IAN) and tryptophan (TRP) inhibited the lesion formation at high concentrations (Fig.3). MH had a different type of inhibitory activity (Fig.4). From the effect on TMV multiplication in tobacco leaves, plant hormones under investigation may be divided into the following three kinds; 1) stimulate at low concentrations, but no effect or rather inhibit at high concentrations (IAA, 2,4-D, gibberelin), 2) stimulate in proportion to the increase in concentrations (kinetin), 3) no effect (MH).

The synergic action of plant hormones and antiviral agents on TMV multiplication in tobacco leaves was tested. The mixed solution of IAA, kinetin, and succinic acid had no effect or rather reversed the inhibitory activities of thiouracil and blasticidin S on TMV multiplication. This was also confirmed by the spraying experiments on tomato seedlings infected with TMV or TMV + potato virus X (PVX).

From these results, it is concluded that plant hormones used had no distinctly inhibitory activity upon TMV multiplication and had no synergic action with antiviral substances.