

## ストロビルリン系薬剤耐性ウリ類うどんこ病菌の出現

高橋尚之

(高知県農業技術センター)

Occurrence of strobilurin-resistant isolates of *Sphaerotheca fulsca*, a causal agent, powdery mildew of cucumerous plants

By Naoyuki TAKAHASHI (Kochi Agricultural Research Center, Hataeda, Nankoku, Kochi 783-0023)

The strobilurin fungicides, kresoxim-methyl and azoxystrobin, have been used to control melon and cucumber powdery mildew in Kochi Prefecture. In March 1999, efficacy of these fungicides on powdery mildew of melon growing in greenhouse decreased significantly in Tosa-shi, Kochi Prefecture. By bioassay using the leaf disk dipping method, MIC of kresoxim-methyl to the fungi was more than 208 ppm, and MIC of azoxystrobin was more than 133 ppm. These MIC values of the strobilurin fungicides were higher than the concentration used in practice suggesting that control efficacy of strobilurin fungicides declined. The result in the pot experiments using the powdery mildew fungi, showed that strobilurin-resistant isolates of melon and cucumber *Sphaerotheca fulsca* in Kochi Prefecture was confirmed.

### 緒 言

うどんこ病は、メロン・キュウリ栽培において被害の大きい重要病害であり、薬剤防除が必要である。高知県ではステロール脱メチル化阻害剤(DMI剤)を中心に各種薬剤が本病防除に用いられてきた。しかし、DMI剤は関東東山地区を中心に薬剤耐性菌の発生が大塚ら(1988), OHTSUKA *et al.* (1988) および竹内・村田(1988)により報告され、高知県でもその発生が懸念されていた。このような中で、クレソキシムメチルとアゾキシストロビンそれぞれ有効成分とする2つのストロビルリン系薬剤が上市され、幅広い抗菌スペクトラムと高い防除効果を併せ持つことから、当初より広くうどんこ病防除に使用されるようになった。ところが、1999年3月、高知県土佐市のメロン栽培ハウスでうどんこ病に対してストロビルリン系薬剤の防除効果が著しく低下する事例が認め

られ、うどんこ病の防除対策上問題化している。そこで本研究では恒久的なうどんこ病防除対策の一環として、ストロビルリン系薬剤に対する菌の感受性検定を行ったのでその結果を報告する。

### 材料および方法

#### 1. ウリ類うどんこ病菌における薬剤感受性評価のためのリーフディスク法の検討

1999年5月6日に高知県吾川郡春野町のメロン栽培ハウスから、ストロビルリン系薬剤の防除効果が認められなかったうどんこ病罹病葉を採取し、実験に供試した。対照菌株は、全国農業協同組合連合会営農・技術センター保存のストロビルリン系薬剤感受性うどんこ病菌株、K-7-2およびN-2-61の2菌株とした。

採取した個体群M-990506-1の薬剤感受性の検定は、罹病葉上の分生子を接種源として、

Schepers (1984), 中澤・大塚 (1994) のリーフディスク法に準じて行った。すなわち、検定用のキュウリ品種にはシャープ1 (埼玉原種育成会) を用い、播種7~14日後の子葉を直径10mmのコルクボーラで打ち抜いて得たリーフディスクをうどんこ病菌接種後、蒸留水で希釈した葉液に浮かべて発病させた (リーフディスク浮遊法)。

アゾキシストロピンは、DMI剤などに比べ植物体中の浸透移行性に乏しく、ガス作用 (vapor action) が認められる (ICHIBA *et al.*, 2002)。そこで、シャレ内での検定薬剤のガス作用による影響を少なくし、現地圃場でのうどんこ病の防除効果をより正確に推定できる検定方法を開発した。すなわち、リーフディスクを予め葉液に葉表を下にして数秒浮遊させ、その後浸漬し、直ちに取出して葉表を風乾してうどんこ病菌接種を行い、発病させた (リーフディスク浸漬法)。リーフディスクを用いた以上2つの方法を比較検討した。

接種は、湿らせたろ紙上にリーフディスクの葉表を上にして置き、上方からうどんこ病の病葉を指で軽くたたいて分生子をなるべく均一に払い落とした。接種後のリーフディスクは、リーフディスク浮遊法では、葉液に浮遊させシャレの蓋をし、一方、リーフディスク浸漬法では、シャレにろ紙2枚を敷き詰めた上に各処理5枚ずつ葉表を上にして配置し、ろ紙に滅菌水7mlを加えて温室条件にし、12時間照明/日、20℃で8~9日間インキュベートした。

薬剤は、クレソキシムメチル水和剤 (有効成分41.5%) およびアゾキシストロピン水和剤 (有効成分20.0%) の2剤を供試した。リーフディスクは、常用希釈濃度 (クレソキシムメチル水和剤2,000倍、アゾキシストロピン水和剤1,500倍) から算出した6段階の有効成分濃度 (クレソキシムメチル: 208, 51.9, 13.0, 3.24, 0.81および0.20; アゾキシストロピン: 133, 33.3, 8.33, 2.08, 0.52および0.13; 単位はppm) とした。

発病調査は、実体顕微鏡下で分生子形成を伴う病斑面積率を調べた。病斑面積率を指数 (0: 無発病, 1: 病斑面積率5%以下, 2: 病斑面積率6~25%, 3: 病斑面積率26~50%, 4: 病斑面積率51~75%, 5: 病斑面積率76%以上) に換算し、その最小と最大を除外して、病斑面積

率指数の総和 / (最大病斑面積率指数 (5) × 対象リーフディスク数 (3)) × 100から発病度を算出した。また阻害度は、(無処理区発病度 - 薬剤処理区発病度) / 無処理区発病度 × 100により求めた。

## 2. 各地から採取したウリ類うどんこ病菌のリーフディスク浸漬法による薬剤感受性検定

1999年に、高知県土佐市、春野町、大方町、南国市のメロン、キュウリ栽培ハウスの8カ所からうどんこ病菌を採取し、キュウリ幼苗で増殖後の病葉上の分生子または採取病葉上の分生子を接種源として、リーフディスク浸漬法により薬剤感受性検定を行った。また、各ハウスにおけるストロビルリン系薬剤の使用回数を聞き取り調査した。

## 3. ストロビルリン系薬剤耐性菌によるうどんこ病に対する薬剤の防除効果

2001年11月22日に南国市の抑制栽培メロンハウスからうどんこ病罹病葉を採取し、分生子をキュウリ幼苗に接種・継代したうどんこ病菌株 (MK-101) を接種源に用いた。試験は、高知県農業技術センター内ガラスハウス (最低19℃, 最高39℃, 平均25℃) において実施した。直径9cmのポリポットに育苗土を詰め、2002年1月15日に播種し、7~8葉期に達したメロン (品種: 雅春秋系, 横浜植木) 苗を用い、1区4株、2連制で実施した。施肥は液肥により行った。2002年3月7日および14日の合計2回、アゾキシストロピン水和剤 (有効成分20.0%), クレソキシムメチル水和剤 (有効成分41.5%), フェナリモル水和剤 (有効成分12.0%), ビテルタノール水和剤 (有効成分25.0%), トリアジメホン水和剤 (有効成分5.0%), トリフルミゾール水和剤 (有効成分30.0%) を所定の濃度に調整し、葉液をハンドスプレーにより、十分に葉面が濡れる程度 (株あたり約20ml), 散布した。なお、展着剤は加用しなかった。MK-101に罹病し、分生子をよく形成したキュウリ苗3株を、1回目の薬剤散布直後にハウス内の中央に置き、感染源として用いた。2回目散布直前の2002年3月14日、2回目散布7日後の3月21日、同15日後の3月29日に、株当たり下位葉5枚について、うどんこ病の発病程度を調査した。発病程度を指数 (0: 病斑を認めない,

1 : 病斑がわずかに認められる, 2 : 病斑が葉面積の 1/4 未満, 3 : 病斑が葉面積の 1/4 ~ 1/2 未満, 4 : 病斑が葉面積の 1/2 以上) に換算し, 指数の総和 / (最大指数 (4) × 調査葉数 (5)) × 100 から発病度を算出した。

なお, 1 回目の薬剤散布前には, いずれの区においてもうどんこ病の発生は認められなかった。また, トリフルミゾール水和剤散布により葉色が濃くなる症状を認めたが, これは試験に 7 ~ 8 葉期の苗を用いたためであり, 実際のハウス栽培のメロンでは, この問題はないと考えられる。

## 結 果

### 1. ウリ類うどんこ病菌における薬剤感受性評価のためのリーフディスク法の検討

対照菌株 (K-7-2, N-2-61) に対してリーフディスク浸漬法では, 常用希釈濃度の処理で阻害度 100 を示したものの, K-7-2 に対してはクレソキシムメチルの 51.9ppm 以下, アゾキシストロビンの 0.13ppm 以下の処理, また, N-2-61 に対してはクレソキシムメチルの 3.24ppm 以下の処理で阻害度の低下が認められた (第 1 表)。一方, リーフディスク浮遊法では, いずれの濃度の処理でも病斑形成を完全に阻害した。以

上の結果から, リーフディスク浸漬法でもリーフディスク浮遊法と同様にウリ類うどんこ病菌に対して感受性の評価が可能であると考えられた。

次に, リーフディスク浸漬法では, クレソキシムメチルによるいずれの濃度の処理でも M-990506-1 に対して, 全く発病を阻害しなかった。一方, リーフディスク浮遊法によるクレソキシムメチル 208ppm の処理は, 阻害度 13.3 を示した。また, リーフディスク浸漬法では, アゾキシストロビンによるいずれの濃度の処理でも病斑形成の阻害は認められなかった。一方, リーフディスク浮遊法によるアゾキシストロビン 133ppm の処理は, 阻害度 13.3, 33.3ppm の処理は阻害度 6.7 を示した。以上の結果から, M-990506-1 はストロビルリン系薬剤に耐性を示した。

### 2. 各地から採取したウリ類うどんこ病菌のリーフディスク浸漬法による薬剤感受性検定

メロンおよびキュウリハウスから採取したうどんこ病菌をリーフディスク浸漬法で検定した。メロンから採取した M-990304-1, M-990506-1, M-990604-1 および M-990604-2 の 4 個体群と, キュウリから採取した C-990528-3 に対するクレソキシムメチル水和剤とアゾキシストロビン水

第 1 表 ウリ類うどんこ病菌における薬剤感受性評価のためのリーフディスク法の検討

供 試 薬 剤	有効成分 濃度 (ppm)	リーフディスク浮遊法			リーフディスク浸漬法		
		M-990506-1 <sup>1)</sup>	K-7-2	N-2-61	M-990506-1	K-7-2	N-2-61
クレソキシムメチル水和剤	208	13.3 <sup>2)</sup>	100	100	0	100.0	100
	51.9	0	100	100	0	63.0	100
	13.0	0	100	100	0	70.3	100
	3.24	0	100	100	0	40.8	71.5
	0.81	0	100	100	0	18.6	71.5
	0.20	0	100	100	0	11.1	0
アゾキシストロビン水和剤	133	13.3	100	100	0	100	100
	33.3	6.7	100	100	0	100	100
	8.33	0	100	100	0	100	100
	2.08	0	100	100	0	100	100
	0.52	0	100	100	0	100	100
	0.13	0	100	100	0	77.8	100

1) M-990506-1 はメロンからの供試個体群, K-7-2, N-2-61 は対照菌株。

2) 数字は, 阻害度 =  $\frac{\text{無処理区発病度} - \text{薬剤処理区発病度}}{\text{無処理区発病度}} \times 100$  を示す。

和剤のMIC値は常用希釈濃度を越え、これら個体群はストロビルリン系薬剤に高い耐性を示した(第2表)。また、メロンから採取したM-990615-2とM-990615-3に対するMIC値は、クレソキシムメチルで51.9ppm、アゾキシストロビンで0.52ppmおよび2.08ppmを、キュウリから採取したC-990531に対するMIC値は、クレソキシムメチルで208ppm、アゾキシストロビンで0.13ppm以下となった。

農家への聞き取り調査によると、MIC値が高かった菌個体群(M-990304-1, M-990506-1, M-990604-1, M-990604-2およびC-990528-3)を採取したハウスでは、ストロビルリン系

薬剤の防除効果の低下が認められ、ストロビルリン系薬剤の使用回数が少なくても同薬剤の防除効果が認められない圃場もあった(第3表)。また、MIC値が低かった菌個体群(M-990615-2, M-990615-3およびC-990531)を採取したハウスでは、調査した限りストロビルリン系薬剤の使用実績がなく、ストロビルリン系薬剤の防除効果が認められた。なお、MIC値が高かったM-990304-1を採取したハウスでは、前作の12月にはストロビルリン系薬剤の防除効果が認められていたのにも拘わらず、試料採取時にはほとんど防除効果が認められなかった。

第2表 リーフディスク浸漬法によるウリ類うどんこ病菌の薬剤感受性

供試菌株 <sup>1)</sup>	分離植物名	MIC (有効成分 ppm)	
		クレソキシムメチル	アゾキシストロビン
M-990304-1	メロン	208<	133<
M-990506-1	メロン	208<	133<
M-990604-1	メロン	208<	133<
M-990604-2	メロン	208<	133<
M-990615-2	メロン	51.9	0.52
M-990615-3	メロン	51.9	2.08
C-990528-3	キュウリ	208<	133<
C-990531	キュウリ	208	<0.13
K-7-2 <sup>1)</sup>	カボチャ	208	0.52
N-2-61	キュウリ	13.0	0.13

1) K-7-2, N-2-61は対照菌株。

第3表 メロン・キュウリ圃場におけるストロビルリン系薬剤の使用回数

採取場所	栽培植物名	ストロビルリン系薬剤の使用回数		採取菌株
		サンプリング時	前作	
土佐市	メロン	2	1	M-990304-1
春野町	メロン	0	-	M-990506-1
土佐市	メロン	1	2	M-990604-1
土佐市	メロン	- <sup>1)</sup>	-	M-990604-2
春野町	メロン	0	-	M-990615-2
春野町	メロン	0	0	M-990615-3
大方町	キュウリ	-	-	C-990528-3
南国町	キュウリ	0	0	C-990531

1) -は不明。

### 3. ストロビルリン系薬剤耐性菌によるうどんこ病に対する薬剤の防除効果

リーフディスク浸漬法によるMK-101に対するMIC値は、クレソキシムメチルでは208ppm、アゾキシストロビンでは100ppmを越えた(第4表)。また、比較に用いたK-7-2に対するMIC値は、クレソキシムメチルでは13.0ppm、アゾキシストロビンでは100ppmを示した。以上より、MK-101はストロビルリン系薬剤に耐性を示すことが明らかになった。

本菌を接種源として防除試験を行った結果、クレソキシムメチル水和剤2,000倍、アゾキシストロビン水和剤2,000倍の防除価はいずれも23.5となった(第5表)。また、ピテルタノール水和剤2,500倍、トリアジメホン水和剤2,000倍、フェナリモル水和剤10,000倍の防除価は最終散布15日後には20.0~36.3であった。しかし、トリフルミゾール水和剤3,000倍は、最終散布15日後でも防除価89.4と高い値が認められた。

ストロビルリン系薬剤耐性菌であるMK-101菌株により発病したうどんこ病に対して、アゾキシストロビン水和剤およびクレソキシムメチル水和剤の効果が低くなることが確認され、現地でのストロビルリン系薬剤の防除効果の低下が、スト

ロビルリン系薬剤耐性菌の出現によると推察された。さらに、トリフルミゾール水和剤を除くDMI3剤のMK-101に対する防除効果は低く、これらのDMI剤に対して耐性を示すと考えられた。

## 考 察

ウリ類のうどんこ病菌 *Sphaerotheca fusca* (Fries : Fries) Blumer emend. Braun - pro parte は、薬剤耐性菌が発生しやすい病原菌(行本, 1992)として知られており、日本では、ベノミル(飯田, 1975)、キノキサリン系薬剤(平根, 1975)、DMI剤などに対する耐性菌の出現が報告されている。ストロビルリン系薬剤耐性菌の出現については、1998~1999年にかけて、キュウリで認められ、小笠原ら(1999)、武田ら(1999)、石井ら(1999)、天野(2000)、石井(2000)、HEANEY and DALE(2000)、ISHII *et al.* (2001)による報告がある。

ウリ類うどんこ病菌の薬剤耐性菌検定に定法として用いられているリーフディスク浮遊法では、リーフディスクにウリ類うどんこ病菌を接種後、薬液に浮かべ、発病まで培養を行うことから、シャーレ内で薬剤のガス作用が起こりやすいと考えられる。一方、リーフディスク浸漬法では、

第4表 リーフディスク浸漬法によるウリ類うどんこ病菌の薬剤感受性

供試薬剤	有効成分濃度	阻 害 度	
		MK-101 <sup>1)</sup>	K-7-2
クレソキシムメチル水和剤	208	0	100
	51.9	0	100
	13.0	0	100
	3.24	0	66.7
	0.81	0	55.5
	0.20	0	66.7
アゾキシストロビン水和剤	100	0	100
	25.0	0	77.8
	6.25	0	33.3
	1.56	6.7	0
	0.39	0	0
	0.10	0	0

1) MK-101はメロンからの供試菌株、K-7-2は対照菌株。

2) 阻害度は、
$$= \frac{\text{無処理区発病度} - \text{薬剤処理区発病度}}{\text{無処理区発病度}} \times 100$$
 で算出した。

第5表 MK-101菌株の接種により発病したうどんこ病に対する防除効果<sup>1)</sup>

供試薬剤	希釈倍数		最終散布7日後		最終散布15日後		葉害 <sup>3)</sup>
			発病度	防除価 <sup>2)</sup>	発病度	防除価	
クレソキシムメチル水和剤	2,000	①	25.0		78.8		-
		②	21.3		56.3		-
		平均	23.2	37.1	67.6	23.5	
アゾキシストロビン水和剤	2,000	①	25.0		88.8		-
		②	20.0		46.3		-
		平均	22.5	39.0	67.6	23.5	
フェナリモール水和剤	10,000	①	26.3		75.0		-
		②	16.3		37.5		-
		平均	21.3	42.3	56.3	36.3	
ビテルタノール水和剤	2,500	①	18.8		51.3		-
		②	23.8		90.0		-
		平均	21.3	42.3	70.7	20.0	
トリアジメホン水和剤	2,000	①	20.0		61.3		-
		②	21.3		75.0		-
		平均	20.7	43.9	68.2	22.9	
トリフルミゾール水和剤	3,000	①	0.0		8.8		+
		②	0.0		10.0		+
		平均	0.0	100.0	9.4	89.4	
無処理		①	25.0		76.7		
		②	48.8		100.0		
		平均	36.9	-	88.4	-	

1) 散布開始時はいずれの区にも発病なし。

2) 防除価は、 $\frac{\text{無処理区発病度} - \text{薬剤処理区発病度}}{\text{無処理区発病度}} \times 100$  で算出した。

3) + : 葉が濃緑化する葉害有り, - : 葉害無し。

リーフディスクを薬液に浸漬しウリ類うどんこ病菌を接種後、滅菌水で湿らせたろ紙上で培養するため、薬剤のガス作用は少ないと考えられる。ストロビルリン系薬剤耐性菌M-990506-1に対し、リーフディスク浮遊法では、ストロビルリン系薬剤の常用希釈濃度で病斑形成阻害を認めたが、リーフディスク浸漬法では、ストロビルリン系薬剤のいずれの有効成分濃度でも阻害されなかった。このことから、リーフディスク浸漬法を用いることにより、ストロビルリン系薬剤の常用希釈濃度での検定でストロビルリン系薬剤耐性菌の評価が可能であると考えられた。さらに、対照に用いたストロビルリン系薬剤感受性うどんこ病菌株、K-7-2およびN-2-61に対し、リーフディスク

浮遊法では、供試有効成分濃度の範囲で阻害度の差がなかったが、リーフディスク浸漬法では、阻害度の差が認められたことから、比較的有効成分濃度高い範囲で感受性菌のストロビルリン系薬剤に対する感受性の差を評価できると考えられた。すなわち、ガス作用を伴うストロビルリン系薬剤の感受性検定には、リーフディスク浸漬法が有効であると考えられた。また、ストロビルリン系薬剤の効果低下が認められる圃場では、リーフディスク浸漬法により、うどんこ病菌の薬剤感受性をモニタリングし、薬剤耐性菌の有無を確かめる必要がある。その結果、ストロビルリン系薬剤耐性菌によるうどんこ病の発生を確認した圃場では、この薬剤の使用を控え、併せてストロビルリン系

薬剤耐性菌の推移を把握するため、ストロビルリン系薬剤感受性のモニタリングを継続する必要があると考えられた。

ストロビルリン系薬剤の防除効果が認められなかった現地から採取してきたウリ類うどんこ病菌の薬剤感受性を、リーフディスク浸漬法により検定した結果、常用希釈濃度でも防除効果を示さない、高いレベルの耐性菌が上記の報告と同じ時期に高知県でも出現していたと考えられた。また、ストロビルリン系薬剤の使用回数が少ない圃場のうどんこ病菌でも耐性菌が出現していたと推察された。これらのことは、石井(2000)の指摘のように、うどんこ病菌のストロビルリン系薬剤耐性獲得が早く、出現した耐性菌が同じ地域で広く空気伝染した可能性が高いためと考えられた。

なお、心よく対照菌株を分譲していただいた全国農業協同組合連合会営農・技術センター農業研究部の天野徹夫氏(現在:全国農業協同組合連合会名古屋支所)、武田敏幸氏(現在:全国農業協同組合連合会大阪支所)および宗和弘氏に深謝する。また、試験に御協力頂いた高知県病害虫防除所並びに、現地での試料採取等に御協力頂いた高知県土佐農業改良普及センター、高知県幡多農業改良普及センターの関係者に厚くお礼申し上げます。さらに、本論文の校閲の労を執っていただいた独立行政法人農業環境技術研究所化学環境部農業影響軽減ユニットの石井英夫博士に深く感謝の意を表す。

## 摘 要

1999年3月、高知県土佐市のメロン栽培ハウスで、ストロビルリン系薬剤(クレソキシムメチル、アゾキシストロビン)のうどんこ病に対する防除効果が著しく低下した事例が認められた。そこで、うどんこ病菌に対するストロビルリン系薬剤感受性検定法を開発した。次に、県内からメロンおよびキュウリのうどんこ病菌を採取し、リーフディスク浸漬法で薬剤感受性検定を行ったところ、クレソキシムメチル水和剤のMIC値は有効成分で208ppm、アゾキシストロビン水和剤では133ppmを越え、感受性菌では常用希釈濃度以下を示し、実用上問題となる耐性菌の出現が示唆された。さらに、ストロビルリン系薬剤耐性菌をメロンに接種してストロビルリン系薬剤の防除試験を行った

ところ、防除効果の低下が確認された。

## 引用文献

- 天野徹夫(2000):ストロビルリン系薬剤耐性キュウリうどんこ病菌およびべと病菌の生物学的特性. 第10回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨集:35~42.
- HEANEY, S. P. and S. M. DALE (2000): Strobilurin resistance, recent observations in cereal and cucurbit pathogens. Abstracts of the 10th Symposium of Research Committee on Fungicide Resistance:53~60.
- 平根誠一(1975):タマネギ鱗茎表皮によるうどんこ病菌薬剤耐性検定法. 植物防疫29:377~379.
- ICHIBA, T., T. INUTA, Y. HORITA, M. NIKAWA and M. MASUKO (2002): Controlling efficacy of strobilurin derivatives against wheat powdery mildew and eyespot. J. Pesticide Sci. 27:127~132.
- 飯田 格(1975):我が国における薬剤耐性植物病原菌の発生の実態. 植物防疫29:163~166.
- 石井英夫(2000):植物病原菌のストロビルリン系薬剤耐性菌と耐性機構に関する考察. 第10回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨集:43~51.
- ISHII, H., B. A. FRAAIJE, T. SUGIYAMA, K. NOGUCHI, K. NISHIMURA, T. TAKEDA, T. AMANO and D. W. HOLLOMON (2001): Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew. Pytopathology 91:1166~1171.
- 石井英夫・野口一美・富田恭範・梅本清作・西村久美子(1999):キュウリうどんこ病菌、べと病菌のストロビルリン系薬剤耐性菌の出現と、耐性機構に関する1つの考察. 日植病報65:655(講要).
- 中澤靖彦・大塚範夫(1994):植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(10):野菜類褐斑病菌(黒枯病菌)・ウリ類うどんこ病菌. 植物防疫48:270~272.
- 小笠原孝一・榎吉寿夫・宮原 隆・小路口聡・門田源一・高松 進(1999):ストロビルリン系薬剤耐性のウリ類うどんこ病について. 日植病

- 報65 : 655 (講要).
- 大塚範夫・天野徹夫・宗 和弘・尾嶋正弘・中澤靖彦・山田芳昭 (1988) : キュウリうどんこ病のEBI剤に対する感受性の低下. 日植病報54 : 389 (講要).
- OHTSUKA, N., K. SOU, T. AMANO, M. OJIMA, Y. NAKAZAWA and Y. YAMADA (1988) : Decreased sensitivity of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) to ergosterol biosynthesis inhibitors. Ann. Phytopath. Soc. Japan 54 : 629~632.
- SCHEPERS, H. T. A. M. (1984) : Persistence of resistance to fungicides in *Sphaerotheca fuliginea*. Neth. J. Path. 90 : 165~171.
- 武田敏幸・川越洋二・内田景子・富士 真・天野徹夫 (1999) : ストロビルリン系薬剤に対する耐性菌の発生. 日植病報65 : 655 (講要).
- 竹内妙子・村田明夫(1988) : キュウリうどんこ病菌の数種薬剤に対する感受性. 日植病報 54 : 389 (講要).
- 行本峰子 (1992) : 薬剤耐性菌対策. 病害防除の新戦略 (駒田 旦ら編), 全国農村教育協会, 東京 : 257~263.