

SENSITIVITÄT DER HOPFENPERONOSPORA (*Pseudoperonospora humuli* Miy. et Takah.) GEGENÜBER METALAXYL (RIDOMIL)

Marta Dolinar¹, Milan Žolnir¹

KURZFASSUNG

Metalaxyl (Ridomil) hat sich als gut wirkendes Mittel gegen Primärinfektion der *Pseudoperonospora humuli* bewährt. Da das Resistenzrisiko der systemischen Fungizide gross ist, wurden entsprechende Gegenresistenzmassnahmen in Slowenien eingeführt, unter anderem auch das Resistenzmonitoring im Jahr 1984. Jedes zweite Jahr wurden von verschiedenen Orten die Pilzproben gesammelt und auf Resistenz gegen Metalaxyl, den Wirkstoff des Fungizides Ridomil, geprüft. Zum Vergleich diente sensibleres Wildmaterial aus Postojna. In den Jahren 1984 bis 1987 war kein wesentlicher Unterschied bei der Sensitivität gegenüber Falschen Mehltau auf Wild- und auf Kulturhopfen zu verzeichnen. Vom Jahr 1989 an liess die Sensitivität des Pilzes, besonders aus Hopfenanlagen ausserhalb des Savinjatales nach. Im Jahr 1995 trat in grösserem Umfang die Wirkungslosigkeit des Ridomils auf. Die Pilzproben wurden auch in Leutschach (Südsteiermark) genommen. Die ED₅₀ der Pilzproben aus diesen Herkünften betragen von 200 bis 500 ppm, was auf die Resistenz hinweist. Die grosse Variabilität der ED₅₀ kommt gegenüber verschieden empfindlichen Populationen zum Ausdruck. Bei *Pseudoperonospora humuli* gibt es in Slowenien drei Sensitivitätstypen: sensitiver Typ (ED₅₀ unter 0,1 ppm), vermindert sensitiver Typ (ED₅₀ 0,1 bis 100 ppm) resistenter Typ (ED₅₀ über 100 ppm).

Schlüsselworte: Hopfen, *Pseudoperonospora humuli*, Metalaxyl, Resistenz, Monitoring

IZVLEČEK

SENZITIVNOST HMELJEVE PERONOSPORA (*Pseudoperonospora humuli* /Miyabe et Takah./) ZA METALAXYL (RIDOMIL)

Metalaksil (ridomil) dobro deluje proti primarni okužbi hmeljeve peronospore (*Pseudoperonospora humuli*). Ima pa slabo lastnost, da zaradi enostranskega delovanja razvije rezistenco pri glivi. Da bi jo preprečili, smo uvedli ustrezne protirezistenčne ukrepe, med njimi tudi leta 1984 monitoring rezistence. Vsako drugo leto naberemo v različnih hmeljiščih vzorce glive in jih testiramo na občutljivost za metalaksil. Za primerjavo o senzitivnosti imamo glivo z divjega hmelja v Postojni. Kot merilo senzitivnosti je ED₅₀. Od leta 1984 do 1987 ni bilo bistvene razlike v senzitivnosti glive z divjega in gojenega hmelja. Od leta 1989 senzitivnost popušča, posebno v nasadih zunaj Savinjske doline. Leta 1995 smo v večjem obsegu ugotovili pomanjkljivo delovanje metalaksila. Iz teh hmeljišč in hmeljišč v Lučanah (Avstrija) smo nabrali vzorce. ED₅₀ so v omenjenih hmeljiščih znašale od 200 do 500 ppm, kar kaže na odpornost glive za metalaksil. Vrednosti ED₅₀ v ostalih hmeljiščih, so pri posameznih vzorcih spremenljive, kar je posledica za metalaksil različno občutljivih populacij glive. V Sloveniji imamo za metalaksil tri različno občutljive tipe hmeljeve peronospore: Občutljiv tip (ED₅₀ pod 0,1 ppm), tip z zmanjšano občutljivostjo (ED₅₀ od 0,1 do 100 ppm) in odporen tip (ED₅₀ prek 100 ppm).

Ključne besede: hmelj, *Pseudoperonospora humuli*, metalaksil, odpornost, monitoring

¹ Institut für Hopfenbau und Brauwesen Žalec, Slowenien

1 EINLEITUNG

Hopfenperonospora ist eine Krankheit mit hoher Infektionsrate und befällt alle Organe der Hopfenpflanze. Sie überwintert als Mycelium im Wurzelstock. In Slowenien ist vor allem die Anfälligkeit des Wurzelstocks bei der Sorte Savinja Golding bedeutend. Relativ widerstandsfähig sind aber Triebe, Blätter und Dolden. Aus dem erkrankten Wurzelstock treiben erkrankte Triebe - Bubiköpfe - die so zahlreich sein können, dass überhaupt keine gesunden für das Anleiten vorhanden sind. Noch schwieriger wird es, wenn Haupttriebe bei einer Länge von 2 und mehr Metern, an der Triebspitze erkranken. In diesem Fall wachsen die Haupttriebe nicht mehr. Wenn solche Triebe zahlreich auftauchen, kann der Ertrag stark vermindert werden. Dabei ist aber auch zu berücksichtigen, dass der Ertrag durch den erkrankten Wurzelstock allein - d. h. obwohl dieser keine erkrankten Triebe hervorbringt - bis zu 30% vermindert werden kann.

Seit 1980 wird Metalaxyl (Ridomil) wegen seiner hervorragenden und selektiven Wirksamkeit gegen Oomyceten bzw. Hopfenperonospora eingesetzt. Die erfolgreiche Bekämpfung der Primärinfektion hat ihren Teil zur Erhöhung der Erträge beigetragen. Der Wirkstoff von Ridomil - Metalaxyl - gehört zur Gruppe der Acylalanine. In dieser Gruppe liegt die Gefahr einer Resistenzentwicklung durch ihren single site Wirkmechanismus sehr hoch (Staub und Sozzi, 1984). Schon im Jahre 1980 haben wir uns deshalb für entsprechende Massnahmen bzw. für eine Gegenresistenzstrategie entschieden. Mit hohem Selektionsdruck durch das systemische Mittel wird das Risiko der Sensitivitätsverringering des Pilzes grösser. Die Vorgehensweise basiert auf einer möglichst geringen Anwendung des Metalaxyls - nur gegen Primärinfektion - und das auch nur in Hopfenanlagen, mit der ausgeprägten Primärinfektion (die Zahl der Pflanzen mit erkrankten Trieben lag hier über 3 %). Festgestellt wurde, dass dreijährige geschlossene Behandlung der stark befallenen Hopfenanlagen mit Metalaxyl eine vorübergehende Sanierung bewirkt (Dolinar, 1982). Im nächsten Jahr wurde in solchen Anlagen die Pilzbekämpfung mit Metalaxyl unterlassen. Die Gegenresistenzstrategie, und auch die in Slowenien laufende Befallsprognose, erfordern eine möglichst erfolgreiche Bekämpfung der Primärinfektion. Im späteren Vegetationsverlauf sind somit die Schwierigkeiten mit der Peronosporabekämpfung wesentlich geringer.

Um rechtzeitig eventuelles Nachlassen der Sensitivität der Hopfenperonospora gegenüber Metalaxyl (Ridomil) zu erkennen, wurde in Slowenien als Gegenresistenzmassnahme das Resistenzmonitoring für dieses Fungizid eingeführt. Die ausgewählte Methode ist von der FAO für die Ermittlung der Sensitivität der *Phytophthora infestans* gegenüber Metalaxyl (FAO Method No. 30) anerkannt. Sie wurde von uns für Hopfen so modifiziert (Dolinar, 1986), dass sie in der Anwendung einfach, schnell und zuverlässig ist.

2 MATERIAL UND METHODEN

Ridomil wird im Hopfenbau als Streugranulat (Leutschach, Südsteiermark) und als Ridomil 25 WP (Slowenien) für die Bodenbehandlung gegen die Primärinfektion eingesetzt. In diesem Zeitraum wurde in Slowenien nur jeweils eine Bodenbehandlung im Frühling nach dem Schnitt durchgeführt. Nach Angaben der Hopfenpflanze in Leutschach wurde Ridomil nur als

Granulat gegen Primärinfektion eingesetzt. Als Ridomil eingeführt wurde, genügte die Bodenbehandlung. In den letzten Jahren wurde Ridomil plus teilweise noch als Blattspritzmittel zusätzlich angewandt. In letzterem ist der Wirkstoff Metalaxyl mit Kupferoxychlorid kombiniert. Für die Resistenzuntersuchungen wurde technisch reines Metalaxyl verwendet.

Die Sensitivitätsuntersuchungen der Hopfenperonospora begannen im Jahr 1984. Von dieser Zeit an, wurden beinahe jedes zweite Jahr aus verschiedenen Hopfengärten Bubiköpfe gesammelt, besonders aus solchen, wo ein Verdacht auf Wirkungslosigkeit des Mittels bestand.

In Gebieten ausserhalb des Savinjatales wurde im Jahr 1995 im grösseren Umfang die Wirkungslosigkeit von Ridomil in Hopfengärten festgestellt. Aus diesen Anlagen, aus Hopfengärten in Savinjatal und aus Leutschach, wurden Pilzproben gesammelt. Als Vergleichsprobe des Schadpilzes wurde sensibles Material von Wildhopfen aus Postojna, wo kein Hopfenbau betrieben wird, herangezogen.

Um frisches Inokulum zu gewinnen, wurden die Proben unter laufendem Leitungswasser gewaschen und für die Dauer von ca. 16 Stunden in die Feuchtkammer eingelegt. Die Versuche wurden auf den abgetrennten Blättern, der empfindlichen Sorte Atlas, durchgeführt. Dabei wurden die jungen Blätter vom 3. Nodium genommen. Metalaxyl konnte durch die Verwendung des Potter - Präzisionssprühturmes in exakten Belagen auf die Blätter aufgebracht werden. Der reproduzierbare Sprühbelag von $0,0026 \text{ g/cm}^2$, entspricht der Flüssigkeitsmenge, die im Normalspritzverfahren auch in der Praxis ausgebracht wird. Die Blattunterseite wurde mit technisch reinem Metalaxyl in verschiedenen Konzentrationen behandelt. Die Konzentrationsreihe des Metalaxyls betrug von 0,01 bis 200 ppm. Im Jahre 1995 wurde die Konzentrationsreihe auf 1 ppm bis 500 ppm erhöht. Der Sprühbelag trocknete innerhalb von 2 Stunden ab.

Das Inokulum wurde nach der eingespielten Methode (50 000 Zoosporangien/ml) in aqua bidest. vorbereitet. Die Inokulation erfolgte pro Blatt mit 20 (0,015 ml), bzw. auf zwei Blättern zu 10 je Tropfen in drei Wiederholungen und zwar auf der Blattunterseite. Die Blätter verblieben während der Infektionsphase 24 Stunden in geschlossenen Petrischalen. In dem Versuch wurden auch die ungespritzten Kontrollblätter eingeschlossen. Die Keimungsrate musste 80% betragen, damit die ungespritzten Kontrollblätter an allen Infektionsstellen sporulierten. Danach wurden die Inokulumstropfen abgetrocknet und die Blätter gesondert in Reagenzröhrchen gegeben, wobei die Stiele ins Wasser getaucht wurden. Die Röhrchen standen in Petrischalen, die mit Filterpapier ausgelegt waren, bei Zimmertemperatur und einer Photoperiode von 16 Stunden. Als die Sporulation auf den unbehandelten Kontrollblättern voll einsetzte, wurden die Versuche ausgewertet, gewöhnlich am 7. bis 9. Tag nach der Infektion. Diese wurde durch die Anzahl der sporulierenden Infektionsstellen pro Anzahl der aufgetragenen Inokulationen ermittelt.

Über die Probit-Analyse, aus den erhaltenen Befallsdaten, wurden für einzelne Pilzproben, die ED_{50} ermittelt.

3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

ED_{50} d. h. effektive Dosis für Metalaxyl, für 50% der Infektionsstellen, ist bei einer bestehenden Population kein feststehender Wert. Er variiert in Abhängigkeit von der Zeit der Bonitur, und ist somit eigentlich als ein Schätzwert zu betrachten (Zinkernagel, 1992). In allen unseren Versuchen beziehen sich die ED_{50} Werte auf den Zeitpunkt der Sporulation auf den Kontrollblättern. Um zu erreichen, dass möglichst alle Infektionsstellen sporulieren, muss die Keimungsrate mindestens 80% betragen.

Tab. 1: ED₅₀ der verschiedenen Pilzproben der Hopfenperonospora (*Pseudoperonospora humuli*) im Jahr 1984 (Befall in %)

Konz in ppm	A	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.02	100	88	74	100	100	100	100	99	98	100	98	100	100
0.04	40	64	70	93	86	82	78	73	68	88	64	91	90
0.08	20	50	62	26	20	65	53	61	52	56	48	65	60
0.16	10	46	44	10	16	35	35	22	22	35	27	32	40
0.32	0	0	40	0	0	5	2	3	0	0	2	2	0
0.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ED ₅₀	0.08	0.06	0.08	0.07	0.06	0.09	0.08	0.09	0.20	0.09	0.07	0.09	0.12

A und B - Wildhopfen aus Postojna ; 1, ...11 Proben von kultiviertem Hopfen

Als Vergleichsmaterial diente uns - wie bereits erwähnt - der sensible Wildtyp, mit Herkunft aus Postojna, wo kein Hopfenbau betrieben wird. Die ED₅₀ variierten nicht wesentlich und lagen unter 0,1 ppm (Tab. 1, 2). Die volle Wirkung von Ridomil wurde bei 0,2 ppm erreicht.

Tab. 2: ED₅₀ der verschiedenen Pilzproben der Hopfenperonospora (*Pseudoperonospora humuli*) im Jahr 1995 (Befall in %)

Konz. (ppm)	1	2	3	4	5	6	7	Postojna
0.02	-	-	-	-	-	-	-	99
0.04	-	-	-	-	-	-	-	95
0.08	-	-	-	-	-	-	-	80
0.16	-	-	-	-	-	-	-	32
0.32	-	-	-	-	-	-	-	0
1	100	100	100	75	100	100	50	
10	100	100	100	5	99	100	45	
100	99	99	99	0.1	90	99	2	
200	95	96	91	0	15	51	0	
500	45	40	15	0	0	1	0	
ED ₅₀	537.0	478.6	316.2	22.39	158.5	213.8	1.82	0.123

Mit der ansteigendem Dauer der Anwendung von Ridomil gegen Primärinfektion der Hopfenperonospora in Slowenien ist die Variabilität der ED₅₀ immer grösser geworden, auch im Savinjatal, wo die Hopfengärten sehr konzentriert sind. Im Radius vom 24 km gibt es ca. 2000 Hektar Hopfen.

Tab. 3: ED₅₀ für Metalaxyl bei Hopfenperonospora (*Pseudoperonospora humuli*) in den Jahren 1984 - 1995

Jahr	ED ₅₀ (ppm)	
	Wildhopfen	Kultivierter Hopfen
1984	0,08	0.064 - 0.20
1987	0,09	0.14 - 0.31
1989	0,08	1.50 - 104.7
1991	0,10	7.60 - 120.0
1995	0,12	5.45 - 537.0

Als das Monitoring im Jahr 1984 eingeführt wurde, unterschieden sich die ED₅₀ nicht wesentlich von denen des sensitiven Wildtyps (Tab 1, 2). Drei Jahre später bewegten sie sich um den Wert 0.25 ppm. Bis zu dieser Zeit konnten wir die Pilzproben in der Konzentrationsreihe von 0.01 bis 100 ppm gut prüfen. Im Jahre 1989 mussten wir sie ändern. Die ED₅₀ bewegten sich in wesentlich höheren Bereichen: von 1,5 bis zu 100 ppm (Tab. 3). In dem Hopfengarten, wo die Pilzprobe so hohen ED₅₀ hatte, wurde eine mangelhafte Wirkung von Ridomil festgestellt. Da die Primärinfektion durch günstige Entwicklungsbedingungen sehr ausgeprägt war, wurde öfters als gewöhnlich mit Ridomil behandelt. Dem Hopfenbauern haben wir vorgeschlagen, die Behandlungen mit Ridomil einzustellen. Nach zwei Jahren war eine Resensibilisierung der Hopfenperonospora zu bemerken. Der Hopfenbauer behandelt die Anlage derzeit noch immer mit Ridomil, jedoch unter Berücksichtigung der Gegenresistenzmassnahmen. Die Resensibilisierung der Hopfenperonospora bemerkten wir auch später und zwar in Hopfengärten wo die Resistenz nicht sehr ausgeprägt war. Das sind nur Beobachtungen, die wir nicht experimentell bewiesen bzw. im Labor nachvollzogen haben. Bei *Pseudoperonospora cubensis* (Georgopoulos *et al.*, 1981) und *Phytophthora infestans* (Holmes *et al.*, 1984) wurde eine Resistenzstabilität gegenüber Ridomil trotz zahlreicher asexuellen Generationen ermittelt. Dagegen wurde bei *Plasmopora viticola* (Roos, 1985) und bei *Bremia lactucae* (Crute *et al.*, 1988) eine Resensibilisierung festgestellt.

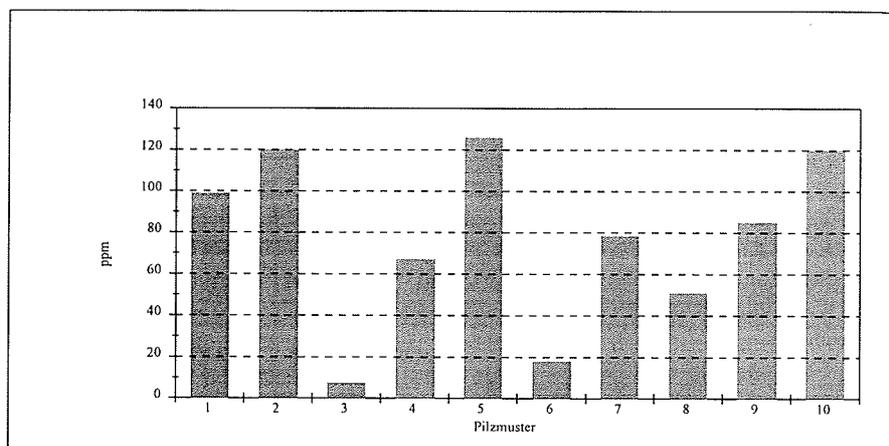


Abb. 1: Variabilität der ED₅₀ bei Hopfenperonospora (*P. humuli*) im Jahr 1991

Die Hopfenpflanzer (Ptuj, Arja vas, Rečica, Ormož) haben uns im Jahr 1991 auf die Wirkungslosigkeit des Mittels Ridomil aufmerksam gemacht. Die Untersuchungen haben ED₅₀ über 100 ppm ergeben, was auf eine Resistenz hinweist. In diesem Jahr kam die grosse Variabilität der ED₅₀ sehr gut zum Ausdruck (Abb. 1).

Die Wirkungslosigkeit vom Ridomil trat im grösserem Umfang im Jahr 1995 auf, und zwar ausserhalb des Savinjatales und in Leutschach (Abb. 2). Bei diesen Pilzproben waren die ED₅₀ Werte über 200 ppm. Einige Proben sporulierten noch bei 500 ppm.

Im Vergleich dazu sind die Werte in Savinjatal wesentlich niedriger (Trnava, Anlagen des Instituts in Žalec).

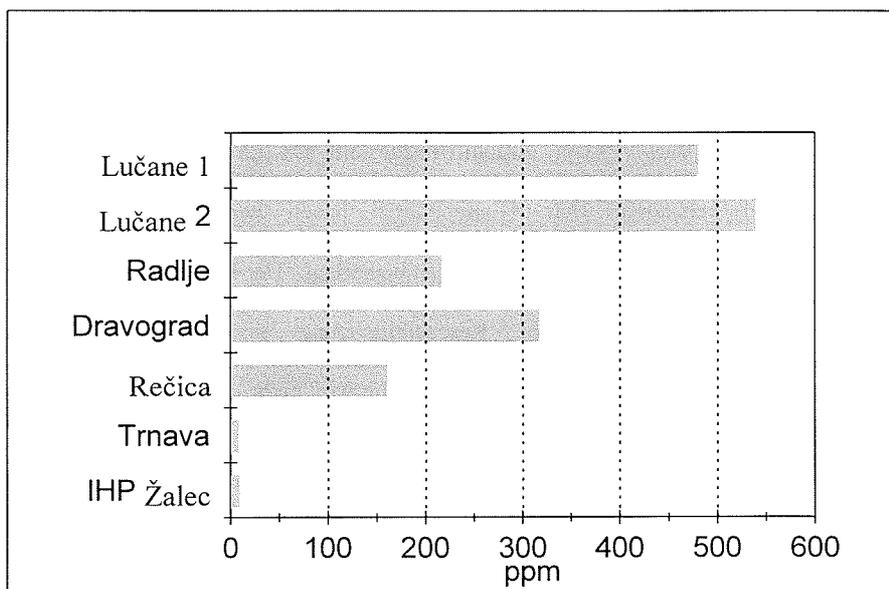


Abb. 2: ED₅₀ für Metalaxyl (Ridomil) bei Hopfenperonospora (*P. humuli*), 1995

Die Entwicklungsbedingungen sind ausserhalb des Savinjatales sicher günstiger, aber auch die Gegenresistenzmassnahmen wurden nicht so streng durchgeführt. Die Pilzproben aus Leutschach und Dravograd zeichneten sich ausserdem durch erhöhte Fitness im Vergleich zu Proben aus Savinjatal aus. Dies zeigte sich dadurch, dass die Sporangien stärker keimten und sich wesentlich dichter ausbildeten. Ausserdem ist in Leutschach aufgefallen, dass die mit Ridomil behandelten Pflanzen mehr Bubiköpfe als die völlig unbehandelten Pflanzen hatten. Diese Tatsache wurde im Dravograd im Versuch bewiesen (Tab. 4).

Tab. 4: Die Zahl der Bubiköpfe bei Ridomil-behandelten und unbehandelten Pflanzen (Bubiköpfe/80 Pflanzen)

Präparat	Basale Bubiköpfe	Terminale Bubiköpfe	Summe
Ridomil x ¹	229	54	283
Ridomil x ²	0	0	0
Unbehandelt	167		204

x¹ Hopfenperonospora resistent gegenüber Metalaxyl
 x² Hopfenperonospora sensitiv gegenüber Metalaxyl

Herzog und Schüpp (1986) haben bei *Plasmopara viticola* im Feld drei verschiedene Typen der Metalaxyl-Sensitivität ermittelt und später genetische Variabilität bei monozytosporen Isolaten untersucht. So konnten wir auch bei *Pseudoperonospora humuli* die Sensitivität gegenüber Metalaxyl einteilen. Ausser sensitiven und resistenten, gibt es auch noch einen vermindert sensiblen Typ. Crute (1988) bezeichnete ihn als intermediären Typ. Der sensible Typ liegt bei ED₅₀ unter 0,1 ppm, der vermindert sensible bei 0,1 bis zu 100 ppm und die resistenten Typen über 100 ppm.

4 SCHLUSSFOLGERUNG

Die Untersuchungen lassen keinen Zweifel an der Metalaxylresistenz der Hopfenperonospora in slowenischen Hopfenanlagen zu. Die Resistenz ist ausserhalb des Savinjatalen ausgeprägt. An den entsprechenden Fundorten (Dravograd, Radlje, Ormož, Rečica) wurde nachlassende Wirkung des Fungizides beobachtet. Die Resistenz wurde auch in Leutschach ermittelt. Die Pilzproben aus Dravograd und Leutschach zeichneten sich ausserdem durch erhöhte Fitness im Vergleich zu den Proben aus Savinjatal aus. Die Entwicklungsbedingungen für Hopfenperonospora sind zwar in diesen Anlagen, wo die Resistenz ermittelt wurde, günstiger. Auch die Gegenresistenzmassnahmen wurden nicht konsequent genug eingehalten. Die Antiresistenzmassnahmen haben sich in Savinjatal, wo sich über 75% aller slowenischen Hopfenanlagen befinden, als erfolgreich erwiesen. Ridomil kann auf diese Weise immer noch mit Erfolg eingesetzt werden. ED₅₀ als Massstab für die Sensitivität der Hopfenperonospora gegenüber Ridomil variieren von Jahr zu Jahr stärker (im Jahr 1995 von 1,5 bis 316 ppm). Die ED₅₀ der Pilzproben aus Leutschach lagen bei 400 bis zu über 500 ppm. Bei *Pseudoperonospora humuli* gibt es drei Sensitivitätstypen:

- sensitiver Typ (ED₅₀ unter 0,1 ppm),
- vermindert sensitiver Typ (ED₅₀ 0,1 bis 100 ppm),
- resistenter Typ (ED₅₀ über 100 ppm).

In Hopfenanlagen, wo die Wirkungslosigkeit des Ridomils festgestellt wurde, werden wir den Hopfenbauern vorschlagen, die Behandlungen mit Metalaxyl einzustellen. Es besteht jedoch die Möglichkeit der Resensibilisierung der Hopfenperonospora, die wir schon registriert, aber noch nicht beweisen konnten. Die Hopfenpflanzer können die Resistenz dulden solange diese durch geeignete Massnahmen unter Kontrolle gehalten werden kann. Als geeignet werden deshalb Massnahmen betrachtet, welche auf Gegenresistenzstrategie mit Resistenzmonitoring und Beobachtungen in Hopfengärten beruhen. Bei Resistenzerscheinungen müssen dann entsprechenden Massnahmen folgen, mit welchen, wie schon erwähnt, wir schon bestimmte Erfahrungen haben. Sehr geeignet ist der Präparatwechsel, wobei kein besseres als Ridomil zur Verfügung steht, wodurch sich die Hopfenbauer schwer für diesen Weg entscheiden. Die erhöhte Dosierung bei der Bodenbehandlung und zusätzliche Blattspritzungen haben umweltschädigende und unannehmbare wirtschaftliche Folgen.

5 LITERATUR

- Cruite, I. R., J. M. Harrison (1988): Studies on the inheritance of resistance to metalaxyl in *Bremia lactucae* and on the stability and fitness of field isolates.- *Plant Pathology*, 37, 231-250.
- Dolinar, M. (1982): Ein- und mehrjaehrige Behandlung des Hopfens mit systemischen Fungiziden gegen Falschen Mehltau (*Pseudoperonospora humuli* Miy. et Tak.).- V. Jugoslovanski simpozij za hmeljarstvo. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, s. 247-253.
- Dolinar, M. (1986): Sensibilitaet der Hopfenperonospora (*Pseudoperonospora humuli* Miy. et Tak.) gegen Metalaxyl in Savinjska dolina.- Proceedings of the Scientific Commission of the International hop growers' convention, Pesc, july 23.-26., 1986, s. 24-27.
- Georgopoulos, S. and Grigoriu A. C. (1981): Metalaxyl resistant strains of *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary in Ireland.- *Potato Research* 24, 417- 421.
- Herzog, J. and Scheupp, H. (1985): Three Types of Sensitivity to Metalaxyl in *Plasmopara viticola*.- *Phytopathologische Zeitschrift* 114, 90-93
- Holmes, S. J. J. and Channon, A. G. (1984): Studies on metalaxyl-resistant *Phytophthora infestans* in potato crops in south-west Scotland.- *Plant Pathology* 33, 347-354.
- Roos, H. and Buchenauer, H. (1985): Resistance of *Plasmopara viticola* to cyprofuram and metalaxyl.- Proceedings of the Bordeaux Mixture Centenary Meeting. British Crop Protection Council Monograph No. 31. pp. 331-335.
- Staub, T. and Sozzi, D. (1984): Fungicide Resistance.- *Plant Disease* Vol. 68, No. 12. 1027-1031.
- Zinkernagel, V. (1992): Resistenz von *Pseudoperonospora humuli* gegen Ridomil? Vortrag Pflanzenschutztagung 5. - 8. 10. 1992, Goettingen.