

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, Kleinmachnow und Braunschweig

Erhebungen zum Auftreten und zum Rassenspektrum von *Bremia lactucae* an Salat in Deutschland

Investigations on the occurrence and race spectrum of *Bremia lactucae* on lettuce in Germany

Ute Gärber und Elke Idczak

Zusammenfassung

Falscher Mehltau ist seit vielen Jahren ein Problem im Salatbau. Der Erreger *Bremia lactucae* weist eine hohe Variabilität auf und kommt in einer Vielzahl physiologischer Rassen vor. Mit einer deutschlandweiten Erhebung wurde über einen Zeitraum von drei Jahren das Virulenzspektrum von *Bremia lactucae* analysiert. Von 2003 bis 2005 wurden insgesamt 52 *Bremia*-Isolate aus zehn Bundesländern getestet und charakterisiert. Die Isolate kamen in 22 verschiedenen Erregerformen vor. Lediglich 7 der 52 untersuchten Isolate konnten einer definierten Rasse zugeordnet werden: Vier Isolate entsprachen der Rasse Bl:18, zwei Isolate der Rasse Bl:25 und ein Isolat der Rasse Bl:24. Isolate, die keiner offiziell anerkannten Rasse zugeordnet werden konnten, unterschieden sich von den offiziell anerkannten Bl: Rassen in ihrer Virulenzgenzusammensetzung, indem sie meist ein oder zwei Resistenzgene mehr oder weniger beinhalteten. Gegenüber den Rassen Bl:1 bis Bl:25 resistente Salatsorten bieten zwar einen guten Schutz, sind aber kein Garant für Befallsfreiheit, da regional vorkommende, offiziell nicht anerkannte Erregerformen diese Sorten infizieren können. Um den Anbau von Salat möglichst sicher zu gestalten, ist daher die Resistenz von Sorten mit weiteren Pflanzenschutzmaßnahmen, wie der strikten Einhaltung phytosanitärer Maßnahmen sowie dem Einsatz von Fungiziden, zu kombinieren.

Stichwörter: *Bremia lactucae*, physiologische Rassen, Vorkommen in Deutschland

Abstract

Downy Mildew has been a problem in lettuce production for many years. The pathogen, *Bremia lactucae*, shows high variability and exists in a multitude of physiological races. The virulence spectrum of *Bremia lactucae* was analysed in a nationwide monitoring over a period of three years. In total, 52 *Bremia*-isolates collected in ten different German Federal Lands from 2003 until 2005 were tested and characterised. They represented 22 different pathotypes. Only seven out of these 52 isolates belonged to denominated races: Four of them corresponded to race Bl:18, two to race Bl:25 and one to race Bl:24. Isolates which did not refer to any officially denominated race differed from those for exceeding or lacking in one virulence gene or two. Although lettuce cultivars resistant against the denominated races Bl:1 to Bl:25 provide good protection, infestation by regional pathotypes which have not been denominated

as a race cannot be excluded. To make lettuce production as safe as possible plant resistance should be combined with other plant protection measures like strict observation of phytosanitary measures as well as use of fungicides.

Key words: *Bremia lactucae*, pathotypes, disease incidence

Einleitung

Der Falsche Mehltau, *Bremia lactucae*, stellt seit Jahren für den Salatbau eine große Gefährdung dar. Der Erreger weist eine hohe Variabilität auf und kommt in einer Vielzahl physiologischer Rassen vor. Durch die konsequente Einhaltung von vorbeugenden Maßnahmen, die Entwicklung resistenter Sorten und den zielgerichteten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im konventionellen Anbau konnte das Anbaurisiko über Jahre vermindert werden. In den 90er Jahren hat sich die Rassenproblematik verstärkt und eine erhöhte Befallsgefahr im Salatbau trotz resistenter Sorten verursacht (ZINKERNAGEL et al., 1998; LEBEDA und ZINKERNAGEL, 1999; ZINKERNAGEL, 2003). Der Anbau neuer mehltaresistenter Sorten hat offenbar die Bildung neuer Pathotypen nicht verhindert, sondern eher noch beschleunigt, da der Pilz sich ständig neu anpassen musste. Das IBEB (International Bremia Evaluation Board) erfasst jährlich europaweit alle Untersuchungen zum Vorkommen von Pathotypen in den regionalen Anbaugebieten, die als Grundlage für die offizielle Benennung von Rassen dienen (VAN ETTEKOVEN und VAN DER AREND, 1999). Derzeit sind 25 Pathotypen von *Bremia lactucae* (Bl:1 bis Bl:25) offiziell anerkannt. Allein von 1999 bis 2004 wurden neun neue physiologische Rassen benannt. Die laufenden Änderungen innerhalb des Erregerspektrums und die massive Zunahme der Vielfalt insbesondere in den vergangenen fünf Jahren führten dazu, dass in den letzten beiden Jahren keine neuen Pathotypen postuliert wurden. Nach Angaben des IBEB wurden innerhalb von sechs Jahren 300 neue Erregerformen identifiziert (SCHARNHÖLZ, 2005). Ein Isolat wird nur dann von dem IBEB als neue Rasse nominiert, wenn sie verschiedene Kriterien erfüllt. Danach müssen die Isolate in mehreren Jahren, in mehreren Anbaugebieten und zu verschiedenen Jahreszeiten gefunden werden, sie müssen mehrere Resistenzgene überwinden, die gebräuchlichsten Sorten befallen und im Laborversuch stabil sein.

Für den Anbauer ist es von großem Interesse zu erfahren, welche Rassen in seinem Anbaugebiet vorkommen. Die Befallsgefahr in den einzelnen Anbauregionen ist schwer einzuschätzen. Mit einer deutschlandweiten Erhebung sollte daher

über einen Zeitraum von drei Jahren das Virulenzspektrum von *Bremia lactucae* analysiert und seine Bedeutung für die regionalen Anbauggebiete geprüft werden.

Material und Methoden

In den Jahren 2003 bis 2005 wurden insgesamt 38 Einsendungen mit 62 Proben aus verschiedenen Anbaugebieten Deutschlands untersucht: 25 Einsendungen mit 39 Proben in 2003, 7 Einsendungen mit 12 Proben in 2004 und 6 Einsendungen mit 11 Proben in 2005. Etwa 70% der Proben stammten aus ökologischem Anbau.

Zur Vermehrung des Erregers wurden die Sporangien des Pilzes von den eingesandten Salatblättern abgespült und auf eine anfällige Standardsorte ('Attraktion') aufgetragen. Von den 62 Proben wurden 52 Isolate erfolgreich vermehrt. Die *Bremia*-Isolate wurden dann auf ihre Virulenzgenzusammensetzung an einem Testpflanzensortiment (EU-A set), das vom IBEB für die Untersuchungen bereitgestellt wurde, geprüft. Die Testung erfolgte nach den Prüfrichtlinien der UPOV (Inter-

nationaler Verband zum Schutz von Pflanzenzüchtungen) für Salat (TG13/8 vom 9. April 2003). Über die Reaktion der Testsorten wurde für jedes geprüfte Isolat der so genannte Sextettcode ermittelt, mit dem die Zuordnung zu einer bekannten physiologischen Rasse bzw. einer davon abweichenden Erregerform möglich ist. In der überarbeiteten Richtlinie der UPOV (TG 13/10 vom 5. April 2006) ist die Methode zur Ermittlung des Sextettcodes ausführlich beschrieben worden. Das Testsortiment besteht aus 19 Salatsorten, die in drei Gruppen mit sechs Sorten und eine vierte Gruppe mit einer Testsorte unterteilt sind. Jeder Salatsorte innerhalb einer Gruppe ist ein Sextettwert (1, 2, 4, 8, 16 bzw. 32) zugeordnet. Innerhalb einer Gruppe werden bei Anfälligkeit einer Sorte die entsprechenden Sextettwerte aufsummiert, resistente Reaktionen werden mit Null bewertet. Sind alle Sorten einer Sechsergruppe anfällig für ein geprüftes *Bremia*-Isolat, ergibt sich der Höchstwert von 63. In der letzten Gruppe mit nur einer Sorte können nur die Werte 0 bei resistenter Reaktion bzw. 1 bei Anfälligkeit auftreten. Die Werte der vier Gruppen ergeben hintereinander geschrieben den sogenannten Sextettcode. Da jede Testsorte mindestens ein

Tab. 1. Vorkommen von *Bremia lactucae*-Isolaten mit unterschiedlicher Virulenzgenzusammensetzung in Deutschland

Bremia-Isolat mit Sextett Code	Kennzeichnung in der Deutschlandkarte ¹⁾	Bl: Rasse	Auftreten in den Bundesländern		
			2003	2004	2005
EU-A 58/63/10/01	A		BW		
EU-A 58/63/42/01	B		BW		
EU-A 59/30/10/01	C			BW	
EU-A 59/31/08/00	D				BY
EU-A 59/31/08/01	E	Bl:24			BY
EU-A 59/31/10/00	F	Bl:18	NI	HE, MV	
EU-A 59/31/10/01	G				RP
EU-A 59/31/40/00	H				BY, MV ²⁾
EU-A 59/31/40/01	I				BY
EU-A 59/31/42/00	K	Bl:25	HH	BW	
EU-A 59/63/09/01	L		RP, ST		
EU-A 59/63/10/01	M			BW	BY
EU-A 59/63/11/00	N		BW, BB, HE, RP, ST		
EU-A 59/63/11/01	O		RP, ST	RP	BY
EU-A 59/63/13/01	P				BY
EU-A 59/63/41/00	R		ST	MV	
EU-A 59/63/42/00	S		HE		
EU-A 59/63/42/01	T		NRW	BW, RP	
EU-A 59/63/43/00	U		HE, NRW		BW
EU-A 59/63/43/01	V		NRW		
EU-A 63/31/06/01	W		ST		
EU-A 63/63/26/01	X			HE	

¹⁾ Erregerformen wurden für die Darstellung in der Landkarte durchgehend alphabetisch mit Buchstaben gekennzeichnet

²⁾ genaue Ortsangabe nicht vorhanden, daher in der Karte nicht eingezeichnet

Legende: Abkürzungen der Bundesländer

BW - Baden-Württemberg

BY - Freistaat Bayern

BB - Brandenburg

HH - Freie und Hansestadt Hamburg

HE - Hessen

MV - Mecklenburg-Vorpommern

NI - Niedersachsen

NRW - Nordrhein-Westfalen

RP - Rheinland-Pfalz

ST - Sachsen-Anhalt

Die Erregerformen sind in Tab. 1 mit Buchstaben gekennzeichnet und ihr Vorkommen in der Karte eingezeichnet. Die Anzahl der einzelnen Buchstaben entspricht der Anzahl an Isolaten mit gleicher Virulenzgenzusammensetzung (gleichem Sextettcode), die an den Standorten aufgefunden wurden.

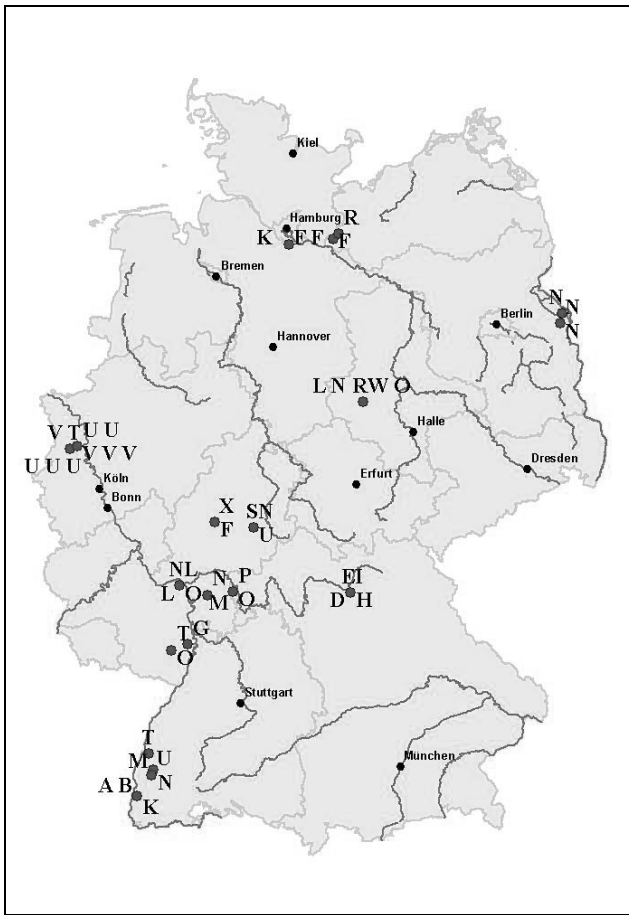


Abb. 1. Fundorte der *Bremia*-Isolate in Deutschland (Legende s. Tab. 1).

definiertes Resistenzgen gegen Falschen Mehltau (Downy mildew-Gen, Dm-Gen) besitzt, ermöglichen die Reaktionen der Testsorten einen Rückschluss auf die vorhandenen bzw. fehlenden Virulenzgene des *Bremia*-Isolates.

Ergebnisse

In den Untersuchungen von insgesamt 52 *Bremia*-Isolaten in 2003 bis 2005 wurden 22 verschiedene Erregerformen (definiert durch 22 unterschiedliche Sextettcodes) aufgefunden (Abb. 1). Lediglich 7 der 52 untersuchten Isolate konnten einer definierten Rasse zugeordnet werden: Vier Isolate entsprachen der Rasse Bl:18, zwei Isolate der Rasse Bl:25 und ein Isolat der Rasse Bl:24 (Tab. 1). Alle anderen 45 Isolate konnten keiner offiziell anerkannten Rasse zugeordnet werden. Diese Isolate unterscheiden sich von den offiziell anerkannten Bl: Rassen in ihrer Virulenzgenzusammensetzung, indem sie meist ein oder zwei Resistenzgene mehr oder weniger beinhalten. Alle Erregerformen, auch solche, die keiner definierten Rasse zuzuordnen waren, erwiesen sich als hoch virulent. Die Zahl der Virulenzgene ist bei allen Erregerformen in den untersuchten Anbaugebieten sehr hoch. In Tab. 2 sind die Ergebnisse der Testung der *Bremia*-Isolate am Differenzialsortiment als Virulenzhäufigkeiten für die Jahre 2003 bis 2005 aufgelistet. Die Virulenzhäufigkeit gibt den prozentualen Anteil an, zu dem eine Testsorte aus dem Differenzialsortiment mit einem definierten Resistenzgen von den getesteten Isolaten befallen wird. Sie dient als Maß für die Beurteilung der noch vorhandenen Wirksamkeit einer Resistenz. Je höher der Anteil bzw. die Häufigkeit an virulenten Isolaten in der Erregerpopulation ist, desto

geringer ist die tatsächlich vorhandene Schutzwirkung durch die Resistenz. Aus der Tab. 2 ist ersichtlich, dass die Testsorten der ersten und zweiten Sechsergruppe des Differenzialsortimentes mit Ausnahme von 'Dandie' und UC DM14 von nahezu allen *Bremia*-Isolaten befallen wurden. Die Isolate lassen sich demzufolge mit den Testsorten der ersten und zweiten Gruppe nur wenig differenzieren. Größere Unterschiede in der Virulenz wurden für die Isolate an den Testsorten der dritten und vierten Sechsergruppe ermittelt. Der Anteil bzw. die Häufigkeit von Testisolaten mit Virulenzen für Resistenzgene einiger Testsorten aus diesen Sechsergruppen war bedeutend geringer und betrug weniger als 50%.

Nach den vorliegenden Untersuchungen kommen in Deutschland nur sehr wenige Erregerformen mit Virulenzen für die Resistenzgene bzw. Resistenzfaktoren Dm-3, R 17 und R 36 vor. Für die rassenspezifische Resistenzzüchtung ist die Kenntnis zur Anreicherung von Virulenzen in den *Bremia*-Populationen bzw. die Kenntnis wirksamer Resistenzen ein wichtiger Faktor.

In einzelnen Anbaugebieten und selbst innerhalb einer einzigen Anbaufläche, wurden z. T. mehrere Erregerformen nachgewiesen. Nur wenige Erregerformen aus dem Jahr 2003 konnten in den zwei folgenden Untersuchungsjahren wieder aufgefunden werden. In den Jahren 2004 und 2005 wurden in den Anbaugebieten meist neue Virulenzgenkombinationen ermittelt. Die Ergebnisse verdeutlichen die hohe Variabilität des Erregers.

Aufgrund der Instabilität der Isolate und der nicht immer eindeutigen Reaktion von Testsorten ergaben sich mitunter Schwierigkeiten bei der Ermittlung des Sextettcodes. Neben einer verzögerten Sporulation auf den Blättern wurde z. T. an einigen Testsorten auch eine Aufspaltung hinsichtlich ihrer Reaktion gegenüber dem Erreger beobachtet. Aufspaltungen waren verstärkt bei den Testlinien PIVT 1309, LSE/18 und LSE 57/15 zu verzeichnen. In Tab. 3 sind die Testergebnisse für drei ausgewählte *Bremia*-Isolate detailliert dargestellt, anhand derer die Problematik bei der Beurteilung der Virulenz der *Bremia*-Isolate aufgezeigt werden soll. In der Tabelle wurden Sorten aus dem Testpflanzensortiment, die auf das zu prüfende *Bremia*-Isolat anfällig reagierten, mit einem „+“ und bei Resistenz mit einem „-“ gekennzeichnet. Als anfällig wurde die Testsorte bzw. -linie bewertet, wenn mehr als 75% der inokulierten Sämlinge der Testsorte zum Zeitpunkt eines vollständigen Befalls der anfälligen Standardsorte befallen waren. Trat ein Befall auf, der weniger als 75% der Pflanzen betraf, wurde dies in der Tabelle mit einem „%“ gekennzeichnet und bei der Bestimmung des Sextettcodes als „Null“ gewertet. Bei vollständiger Befallsfreiheit im Zeitraum von zwei Wochen galt die Sorte als vollständig resistent und wurde mit „-“ gekennzeichnet. Traten auf den Blättern Nekrosen auf bzw. wurde auf den Nekrosen nur vereinzelt geringe Sporulation beobachtet, wurde die Sorte gleichfalls als resistent gewertet und mit einem „(-)“ gekennzeichnet. Bei starker Sporulation auf den Nekrosen galt die Sorte nicht mehr als resistent und erhielt ein „(+“). Sofern eine Aufspaltung in der Reaktion einer Testsorte auftrat, nahm die Anzahl befallener Sämlinge sowie die Sporulationsintensität bei einer anschließenden nochmaligen Testung meistens zu. Aufgrund der veränderten Reaktionen einzelner Testsorten in den Wiederholungsversuchen wurde bei nachfolgenden Einsendungen die *Bremia*-Population nicht sofort nach der einmaligen Vermehrung, sondern erst nach mehrmaliger Vermehrung auf der anfälligen Standardsorte im Testsortiment geprüft. Die geprüften Isolate erschienen dann weniger instabil zu sein. Aber auch nach mehrfacher Vermehrung wurde bei einzelnen Isolaten auf verschiedenen Testsorten eine verzögerte Sporulation beobachtet bzw. vereinzelt auch Aufspaltungen in der Reaktion einer Sorte auf den Erreger. Die nicht einheitliche Reaktion einer Testsorte auf eine *Bremia*-Population kann zum einen darin begründet sein, dass es sich bei dem zu prüfendem Isolat

Tab. 2. Ergebnisse zur Virulenzhäufigkeit nach Untersuchung von 52 Isolaten von *Bremia lactucae* aus zehn Bundesländern im Zeitraum von 2003 bis 2005

Salatsorte/linie	Züchter	Dm-Gene	Virulenzhäufigkeit in %
Cobham Green	Enza	Dm-0/R	100
Lednický	Nunhems	Dm-1	96
UCDM 2	Seminis	Dm-2	100
Dandie	Vilmorin	Dm-3	3,8
R4T57D	Clause	Dm-4	100
Valmaine	Clause	Dm-5/8	100
Sabine	Enza	Dm-6	100
LSE 57/15	Agrismen & Rijk Zwaan	Dm-7	98
UCDM 10	Syngenta	Dm-10	100
Capitan	Syngenta	Dm-11	100
Hilde (II)	Enza	Dm-12	100
Pennlake	Gautier	Dm-13	100
UCDM 14	Gautier	Dm-14	73
PIVT 1309	Enza & Gautier	Dm-15	52
LSE /18	Syngenta & Seminis	Dm-16	79
LS- 102	Nunhems & Vilmorin	R-17	5,8
Colorado	Rijk Zwaan	R-18	77
Ninja	Syngenta	R-36	1,9
Discovery	Rijk Zwaan	R-37	48
Argeles	Vilmorin	R-38	46

Dm: Resistenzgene gegen Falschen Mehltau; R: Resistenzfaktor gegen Falschen Mehltau

um ein Gemisch verschiedener Pathotypen handelt. Andererseits ist es auch möglich, dass Sorten oder Linien im Testsortiment neben dem bekannten Resistenzgenen weitere nicht bekannte Resistenzfaktoren beinhalten, die möglicherweise die Reaktion beeinflussen.

Diskussion

In den vorliegenden dreijährigen Untersuchungen zum Vorkommen und zum Rassenspektrum von *B. lactucae* zeigte sich die Vielfalt an Erregerformen für die deutschen Anbauggebiete. Nur wenige der untersuchten *Bremia*-Isolate (etwa 13%) konnten einer offiziell definierten Rasse zugeordnet werden. Häufig erwiesen sich die Erregerformen als instabil. Bei wiederholter Testung änderte sich für verschiedene Isolate das Virulenzspektrum. Gegenüber einigen Isolaten war die Reaktion einzelner Testsorten bzw. -linien nicht immer eindeutig. Bei einer verzögerten Sporulation des Erregers mit unterschiedlicher Sporulationsintensität und Befallshäufigkeit war es mitunter schwierig, Resistenz und Anfälligkeit einer Testsorte klar abzugrenzen. In der Literatur sind für solche Fälle keine Bewertungskriterien definiert, so dass bei der Bestimmung des Sextettkodes höchstwahrscheinlich auch unterschiedlich verfahren wird. Trotz definierter Testbedingungen können somit Isolate hinsichtlich ihrer Virulenzeigenschaften unterschiedlich bewertet werden und sind dann auf europäischer Ebene nur bedingt vergleichbar.

Die Resistenzzüchtung ist bislang rassenspezifisch durchgeführt worden. Seit den 50er Jahren wird intensiv nach neuen Resistenzgenen in den Kultursorten und Wildformen (*L. serricola*, *L. saligna*) gesucht und in neue Sorten eingekreuzt (BEHARAV et al., 2006; LEBEDA et al., 2001; LEBEDA und BLOK, 1991;

FARRARA et al., 1987). Trotz intensiver Forschung ist in der Wirt-Pathogen-Beziehung Salat / *Bremia* eine andauernde Resistenz nicht erreicht worden. Die Züchtung monogener Resistenzen in leistungsfähige neue Sorten stellt durch die rasche Bildung neuer *Bremia*-Rassen einen Wettlauf mit der Zeit dar. Das bedeutet für die Praxis, dass gegenüber den Rassen Bl:1 bis Bl:25 vollständig resistente Salatsorten in der Regel zwar einen guten Schutz bieten, aber keinen Garant für Befallsfreiheit darstellen, da andere hochvirulente Erregerformen die Sorte infizieren können. Um eine möglichst breite Resistenz zu erreichen, werden mehrere Gene in einer Sorte kombiniert. Allerdings sind hier genetisch Grenzen gesetzt. Daher gewinnt die Suche nach neuen Resistenzquellen zunehmend an Bedeutung (VAN DER AREND 2004; LEBEDA und PINK, 1998; FARRARA und MICHELMORE, 1987). Dabei gehen Forschungsimpulse in die Richtung der rassenspezifischen Feldresistenz, die polygen bedingt ist. Der Forschungsaufwand für solche Untersuchungen ist allerdings sehr hoch (GUSTAFFSON, 1992; GRUBE und OCHOOA, 2005). Vorteil der Feldresistenz, die zwar keinen vollständigen Schutz bietet, aber eine deutliche Befallsminde- rung bewirkt, ist, dass sie trotz Rassenbildung nicht ohne weiteres überwunden werden kann. Sie muss mit anderen Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Bestände kombiniert werden. Derzeit ist auch bei den vollständig resistenten Sorten aufgrund der hohen Befallsgefahr mit unbekanntem Rassen (Erregerformen) eine Kombination mit allen anderen möglichen Maßnahmen zum Schutz der Bestände unumgänglich. Dazu zählt unter anderem neben dem potenziellen Einsatz von Fungiziden die strikte Einhaltung phytosanitärer Maßnahmen. Eine Stagnation in der Entwicklung neuer Pathotypen ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht absehbar. Da viele neue Sorten mit einer Vielzahl an Resistenzgenen den Markt erobert haben, wird auch in Zukunft der Pilz versuchen, sich diesen veränderten

Tab. 3. Darstellung von nicht einheitlichen Reaktionen von Testsorten aus dem Differenzialsortiment gegenüber dem zu prüfendem Isolat bei wiederholter Testung am Beispiel von drei ausgewählten *Bremia*-Isolaten

Test Nr.	Bezeichnung Isolat	Sorte	Cobham Green										Arges	Sextettcode									
			Lednicky	UC DM2	Dandie	R4T57D	Valmaine	Sabine	LSE 57/15	UC DM10	Capitan	Hilde II			Pennlake	UC DM14	PVT 1309	LSE/18	LS-102	Colorado	Ninja	Discovery	
		Dm-Nr./R-Nr. Sechsergruppen- Nr. Sechsergruppen- wert	1	2	3	4	5/8	6	9	7	10	11	12	13	14	15	16	17	18	36	37	38	
1	6	0	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	%	+	-	+	+	-	(+)	(-)	EU-A 59/63/42/00
2	6	0	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	%	+	(+)	-	+	-	(-)	-	EU-A 59/63/11/00
1	7	0	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	%	-	-	+	+	-	+	-	EU-A 59/62/40/00
2	7	0	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	%	+	(-)	-	+	-	+	-	EU-A 59/63/41/00
1	12a	0	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	(-)	EU-A 59/63/42/00
2	12a	0	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	(-)	+	-	+	+	-	+	(+)	EU-A 59/63/42/01

Nicht einheitliche Reaktionen von Testsorten im Wiederholungstest, die zu einer Änderung im Sextettcode führten, wurden in der Tabelle gekennzeichnet (fett und/oder grau unterlegt markiert).
 Legende: + anfällig ($\geq 75\%$ der Pflanzen befallen); - resistent; % Aufspaltung der Reaktion der Testpflanzen ($< 75\%$ der Pflanzen befallen); (-) Nekrosen bzw. Nekrosen mit leichter Sporulation; (+) starke Sporulation auf Nekrosen

Bedingungen anzupassen und eine Vielzahl an Erregerformen bilden. Um die Populationsentwicklung in den Anbaugebieten analysieren zu können, ist ein hoher Probendurchlauf erforderlich. Die Prüfung am Differenzialsortiment erfordert viel Zeit und Kapazität und lässt auch nur bedingt Rückschlüsse zu. Aufgrund des relativ geringen Probenumfangs in der vorliegenden Arbeit und der Unstimmigkeiten bei der Ermittlung des Sextettcodes anhand des Differenzialsortimentes für einzelne Isolate ist es kaum möglich, Aussagen zum Vorkommen von Rassen in einzelnen Anbaugebieten zu treffen. Unterschiede in der Populationsentwicklung in Nord- und Süddeutschland waren an dem vorliegenden Probenmaterial nicht erkennbar. Um sicher und mit vertretbarem Arbeitsaufwand das Virulenzspektrum von *Bremia lactucae* analysieren zu können, ist neben der Optimierung des Testsortimentes mit geeigneten Sorten zu überprüfen, inwieweit molekularbiologische Methoden dafür in Frage kommen.

Danksagung

Besonderer Dank gilt all denen in der Praxis, die bei der Bereitstellung von Probenmaterial aktiv mitgewirkt und somit die Untersuchungen erst ermöglicht haben. Für die technische Assistenz bei der Aufarbeitung der Proben und der Durchführung der Pflanzentests geht der Dank insbesondere an Frau Büttner vom Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

Literatur

- AREND, A.J.M. van der, 2004: *Bremia lactucae* in lettuce – resistance genes need to be nursed. *Prophyta Annual*, 42-44.
- BEHARAV, A., D. LEWINSOHN, A. LEBEDA, E. NEVO, 2006: New wild lettuce genetic resources with resistance against *Bremia lactucae*. *Genetic Resources and Crop Evolution* **53**(3), 467-474.
- ETTEKOVEN, K. VAN, A.J.M. VAN DER AREND: Identification and denomination of „new“ races of *Bremia lactucae*. In: LEBEDA, A., E. KRISTKOVA: *Eucarpia Leafy Vegetables*, Palacky University, Olomouc, 171-175.
- FARRARA, B.F., T.W. ILOTT, R.W. MICHELMORE, 1987: Genetic analysis of factors for resistance to downy mildew (*Bremia lactucae*) in species of lettuce (*Lactuca sativa* and *L. serriola*). *Plant Pathology* **36**, 499-514.
- FARRARA, B.F., R.W. MICHELMORE, 1987: Identification of new sources of resistance to downy mildew in *Lactuca* spp. *Hort. Science* **22**, 647-649.
- GUSTAFFSON, I., 1992: Race nonspecific resistance to *Bremia lactucae*. *Annals of Applied Biology* **120**(1), 127-136.
- GRUBE, R.C., O.E. OCHOA, 2005: Comparative genetic analysis of field resistance to downy mildew in the lettuce cultivars 'Grand Rapids' and 'Iceberg'. *Euphytica* **142**(3), 205-215.
- LEBEDA, A., I. BLOK, 1991: Race specific resistance genes to *Bremia lactucae* Regel in Czechoslovak lettuce cultivars and location of resistance in a *Lactuca serriola* x *Lactuca sativa* hybrid. *Archiv Phytopath.* *Pflanzenschutz* **27**, 65-72.
- LEBEDA, A., D.A.C. PINK, 1998: Histological aspects of the response of wild *Lactuca* spp. and their hybrids, with *L. sativa* to lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*). *Plant Pathology* **47**(6): 723-736.
- LEBEDA, A., D.A.C. PINK, B. MISLEROVA, 2001: Host-parasitic specificity and defense variability in the *Lactuca* spp – *Bremia lactucae* pathosystem. *J.Plant Pathology* **83**, 25-35.
- LEBEDA, A., V. ZINKERNAGEL, 1999: Durability of race specific resistance in lettuce against lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*). In: LEBEDA, A., E. KRISTKOVA: *Eucarpia Leafy Vegetables*, Palacky University, Olomouc, 183-189.
- REININK, K., 1999: Lettuce resistance breeding. In: LEBEDA, A., E. KRISTKOVA: *Eucarpia Leafy Vegetables*, Palacky University, Olomouc, 139-147.
- SCHARNHÖLZ, A., 2005: BI:25 bringt die Saatzüchter auf Trab. *Monatsschrift Magazin für den Gartenbau* **2**, 96.
- ZINKERNAGEL, V., 2003: Falscher Mehltau an Salat – eine ständige Bedrohung. *Gemüse* **3**, 4-6.
- ZINKERNAGEL, V., D. WEGENER, D. HECHT, R. DITTEBRANDT, 1998: Die Population von *Bremia lactucae*, Erreger des falschen Mehltaus an Salat in Deutschland. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **50**, 13-17.

Zur Veröffentlichung angenommen: April 2007

Kontaktanschriften: Dr. Ute Gärber, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, E-Mail: U.Gaerber@bba.de; Dr. Elke Idczak, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, E-Mail: E.Idczak@bba.de