

Analyse der Virulenzsituation des Roggenschwarzrostes (*Puccinia graminis f. sp. secalis*) im ökologischen Landbau zur Züchtung resistenten Roggens

Klocke, B.¹, Flath, K.², Schmitt, A.-K.², Miedaner, T.³, Schmiedchen, B.⁴, Spieß, H.⁵, Szabo, L.⁵, Wilde, P.⁴

Keywords: Schwarzrost, Roggen, *Puccinia graminis f. sp. secalis*, Virulenzanalyse, Adultpflanzen-Resistenz

Abstract

*Organic Agriculture is especially affected by the increasing spread of stem rust in rye (*Puccinia graminis f. sp. secalis*) because there is a lack of resistant cultivars in Germany. To analyze the virulence situation of rye stem rust, 71 single-pustule-isolates were established and 30 of those were tested with a differential set consisting of 19 lines. The isolates could be classified into 22 different pathotypes. Only seven pathotypes could be found more than once. Most of the isolates showed a complexity of five virulences. In a preliminary analysis a Simpson index of 0,98 was found indicating a high level of diversity of German stem rust populations. Nine of 19 tested lines reacted fully resistant in seedling stage. In 2011, 70 and 30 rye populations, were cultivated under organic conditions at three and five field sites, respectively, to determine the level of adult-plant resistance. The most common cultivars *Recrut*, *Conduct*, *Amilo*, *Firmament*[®], *Lichtkornroggen*[®], *Rolipa*, and *Lautenbacher* were highly susceptible to stem rust under artificial infection with disease severities of about 50%. Twelve rye populations contained resistant plants in varying frequencies resulting in disease severities ranging from 6-34%.*

Einleitung und Zielsetzung

In den kontinentalen Gebieten Deutschlands tritt der Erreger des Schwarzrostes regelmäßig auf und wird mit den Folgen des Klimawandels als wärmeliebendes Pathogen in den nächsten Jahren voraussichtlich noch erheblich höhere Schäden bewirken, als dies schon heute in Polen und Russland der Fall ist. Da er mit pflanzenbaulichen Maßnahmen nicht zu bekämpfen ist, stellt Schwarzrost bei Roggen ein erhebliches Problem im Ökologischen Landbau dar. Roggen ist Fremdbefruchter und die vorliegenden Populationsarten sind deshalb hochgradig heterozygot und heterogen. Resistenzquellen zeichnen sich dadurch aus, dass sie unterschiedliche Anteile resistenten

¹ Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, bettina.klocke@jki.bund.de, www.jki.bund.de

² Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, anne-kristin.schmitt@jki.bund.de, kerstin.flath@jki.bund.de, www.jki.bund.de

³ Universität Hohenheim, Landessaatzuchtanstalt (720, AG Roggen), Fruwirthstr. 21, 70599 Stuttgart, thomas.miedaner@uni-hohenheim.de, www.uni-hohenheim.de

⁴ KWS Lochow GmbH, Ferdinand-von-Lochow-Straße 5, 29303 Bergen, brigitta.schmiedchen@kws-lochow.de, peer.wilde@kws-lochow.de, www.kws-lochow.de

⁵ Züchtungsforschung Dottenfelderhof, 61118 Bad Vilbel, Deutschland, h.spiess@dottenfelderhof.de, lilla.szabo@landbauschule.de, www.dottenfelderhof-forschung.de

ter Einzelpflanzen enthalten. Im Rahmen eines dreijährigen Forschungsprojektes sollen solche Resistenzquellen aus genetischen Ressourcen und adaptiertem Material gefunden und für Neuzüchtungen von resistenten Roggenpopulationen bereitgestellt werden, um die Widerstandsfähigkeit deutscher Roggensorten zu erhöhen und Erträge langfristig zu sichern. Dazu werden Blattsegmenttests und mehrjährige Feldtests mit künstlichen Schwarzrost-inokulationen an fünf Ökostandorten durchgeführt, um dauerhaft resistentes Material zu entwickeln. Zur Abschätzung der Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit dieser neuen Resistenzquellen wird eine bundesweite Analyse der Virulenzstruktur, Diversität und Komplexität der Roggen-schwarzrostpopulation durchgeführt.

Methoden

Die **Analyse der deutschen Roggen-schwarzrostpopulation** erfolgte mithilfe eines 50 Linien umfassenden Sortimentes der KWS Lochow GmbH im Blattsegmenttest in zweifacher Wiederholung. Das Sortiment wurde unter schwarzrostfreien Bedingungen in einer Klimakammer bei 16-18°C und 10.000 Lux Dauerlicht kultiviert. Für die Tests wurden 3 cm lange Primärblattstücke aller Linien sowie der schwarzrostanfälligen Kontrollsorte Palazzo mit der Blattunterseite nach oben in Polystyrol-Kästen mit Wasseragar ausgelegt, dem 35 mg l⁻¹ Benzimidazol und 1 mg l⁻¹ Silbernitrat zugesetzt wurden. Die Inokulation erfolgte mithilfe einer 0,1%igen Agar-Uredosporensuspension, die mit einem feinen Pinsel gleichmäßig auf die zu testenden Blattstücke verteilt wurde. Die Petrischalen wurden dann für 24 Stunden bei 100%iger Luftfeuchte, Dunkelheit und 21°C inkubiert und anschließend bei 21°C und einer Lichtstärke von ca. 3.000 Lux aufgestellt. Nach weiteren 12 bis 14 Tagen wurden die Infektionstypen nach einem veränderten Boniturschema von Stakman et al. (1962) bestimmt. Die Infektionstypen 0 bis 2 zeigen inkompatible (avirulent/resistent), die Infektionstypen 3 bis 5 kompatible (virulent/anfällig) Reaktionen.

Zur **Ermittlung der Adultpflanzen-Resistenz** wurden 63 (Kleinhohenheim, Berlin-Dahlem, Dahnsdorf) bzw. 23 (Dottenfelderhof, Petkus) Populationen aus Osteuropa und USA sowie 7 Populationssorten mit besonderer Eignung für den Ökolandbau (Recrut, Conduct, Amilo, Firmament[®], Lichtkornroggen[®], Rolipa, Lautenbacher) im Oktober 2011 unter ökologischen Bedingungen in dreifacher Wiederholung in einer 7x10- bzw. 5x6-Gitteranlage angebaut. Zur Herstellung großer Mengen Inokulum für die künstliche Inokulation wurden sechs virulente Isolate auf ganzen Pflanzen vermehrt. Dazu wurden sieben Tage alte Primärblätter mit einer 0,1%igen Agar-Uredosporensuspension besprüht, für 24 Stunden bei 100%iger Luftfeuchte, 21°C und Dunkelheit inkubiert und danach bei 21°C, 10.000 Lux und 16h/8h Licht-Dunkel-Rhythmus in einer Klimakammer aufgestellt. Nach ca. 12 Tagen konnten die Uredosporen abgeschüttelt werden. Die künstliche Inokulation der Prüfglieder im Freiland erfolgte im Entwicklungsstadium BBCH 59-65. Mithilfe eines Mikrosprayers wurde eine Öl- bzw. Agar-Sporensuspension auf die zu prüfenden Parzellen verteilt. Für 100 m² Prüffläche wurden 120 mg Sporen verwendet (Flath 2000). Der prozentuale Anteil befallener Stängelfläche wurde mithilfe eines Boniturschemas einmalig an 30 Einzelpflanzen je Prüfglied erfasst und daraus der Mittelwert errechnet. Ziel war es, die Populationen zu selektieren, die sich durch einen möglichst hohen Anteil resistenter Einzelpflanzen auszeichneten.

Ergebnisse

Zur Analyse der Virulenzsituation des Roggenschwarzrostes wurden in den Jahren 2011 und 2012 bisher insgesamt 56 schwarzrostbefallene Blattproben aus den wichtigsten Anbauregionen des Roggens von ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben untersucht. Davon konnten 71 Einpustelisolat (EPI) hergestellt werden. Bisher wurden 30 EPI, von denen 14 Isolate aus ökologisch wirtschaftenden und 16 aus konventionell wirtschaftenden Betrieben stammen, untersucht. Die Mehrzahl der für die Virulenzanalysen ausgewählten 50 Genotypen erwiesen sich als stark anfällig und trugen somit nicht zur Differenzierung der Schwarzrostisolat bei. Aus diesem Grund wurde das Sortiment auf derzeit 19 Linien reduziert. Die bisher untersuchten 30 EPI konnten 22 unterschiedlichen Pathotypen zugeordnet werden, von denen nur 7 Pathotypen häufiger als einmal vorkamen. Die Komplexität der Isolate schwankte zwischen 1 und 9 Virulenzen von 19 möglichen Virulenzen. Die Mehrzahl der Isolate wies eine Komplexität von 5 auf. Neun der 19 Differenziallinien reagierten vollständig resistent. Zur Beschreibung der Diversität der Pathogenpopulation wurde der Simpson-Index berechnet. Mit einem Wert von 0,98 zeigt sich schon jetzt eine hohe Diversität der deutschen Schwarzrostpopulation.

Die Inokulation der Feldversuche mit Schwarzrostsporen war an allen fünf Standorten sehr erfolgreich. Kleinhohenheim zeigte im Mittel die höchste Befallsstärke, knapp gefolgt von Dahlem und Dahnsdorf, während in Petkus die geringste Befallsstärke erfasst wurde (Tab. 1).

Tabelle 1: Mittlere Befallsstärke (%) ausgewählter Populationssorten an den Standorten Kleinhohenheim (KHOH), Berlin-Dahlem (DAH), Dahnsdorf (DAHN), Dottenfelderhof (FZD) und Petkus (PET)

Populationssorten	KHOH	DAH	DAHN	FZD	PET	Mittel 5 Orte	Mittel 3 Orte
a) mit besonderer Eignung für den Ökolandbau							
Recrut	68,92	70,22	59,67	48,33	28,56	55,14	66,27
Conduct	70,87	60,11	58,22	51,44	27,11	53,55	63,07
Amilo	69,56	60,22	54,56	53,44	22,94	52,14	61,45
Firmament®	68,85	57,11	51,67	45,72	23,83	49,44	59,21
Lichtkornroggen®	64,46	52,67	59,56	52,33	27,44	51,29	58,90
Lautenbacher	73,32	55,22	59,33	39,56	28,56	51,20	62,62
Rolipa	68,98	61,78	54,02	43,00	16,48	48,85	61,59
b) aus Osteuropa und den USA							
Luovskaja	55,58	35,00	32,72	29,06	14,17	33,31	41,10
Vjatka 2	55,89	33,82	40,33	26,39	12,44	33,77	43,35
Novinka	55,47	23,72	47,47	29,00	14,56	34,04	42,22
Institutkie Wczesne	50,64	17,86	33,28	28,28	14,44	28,90	33,93
Gator	47,91	16,44	21,52	25,94	11,00	24,56	28,62
Elbon	49,28	24,47	21,04	14,61		21,88	31,60
Talowskaja 29	33,36	11,91	22,89	23,39	11,89	20,69	22,72
Ortsmittel (14 Sorten)	59,51	41,47	44,02	36,46	18,1	39,91	
Wrens Abruzzi	44,41	12,57	18,08				25,02
Zidlochowicke rane	43,19	11,59	25,11				26,63
Wheeler	44,84	9,31	17,06				23,74
Hybride 9a/86	34,12	5,37	13,22				17,57
Hybride 75/81	5,86	5,22	6,23				5,77
Ortsmittel (19 Sorten)	52,92	32,87	36,63				

Unter künstlichen Infektionsbedingungen erwiesen sich die sieben Populationsorten mit besonderer Eignung für den Ökolandbau an allen fünf Standorten als schwarzrost anfällig (Tab. 1). Von den an fünf Orten geprüften 23 Populationen aus Osteuropa und den USA konnten sieben Populationen mit einem hohen Anteil resistenter Einzelpflanzen und mittleren Befallswerten zwischen 20,69 % und 34,04 % selektiert werden. Bei Prüfungen an drei Standorten erwiesen sich die US-Populationen Wrens Abuzzi und Wheeler sowie die russische Population Zidlochowicka rane und die Hybride 9a/86 als mäßig resistent. Die russische Hybride 75/81 wies an allen Standorten den höchsten Anteil resistenter Einzelpflanzen auf. Alle weiteren nicht dargestellten Populationen erwiesen sich als stark anfällig.

Diskussion

Die Virulenzanalysen zeigen, dass 9 der 19 Differenziallinien nach Inokulation mit bislang 30 EPI vollständig resistent gegenüber dem Schwarzrost reagierten. Diese Linien sollen zusätzlich im Feld auf Adultpflanzenresistenz geprüft werden und könnten zukünftig zur Erzeugung neuer, widerstandsfähiger Roggensorten genutzt werden.

Während die sieben Populationsorten mit besonderer Eignung für den Ökolandbau an allen Standorten homogen anfällig reagierten, konnten bei Populationen aus Osteuropa und den USA sowohl resistente als auch anfällige Einzelpflanzen gefunden werden. Zur Erfassung dieser erwartungsgemäß inhomogenen Reaktionen erwies sich die Bonitur von 30 Einzelpflanzen pro Parzelle als sehr hilfreich. Um die an fünf bzw. drei Orten selektierten 12 Populationen mit einem hohen Anteil resistenter Einzelpflanzen züchterisch nutzen zu können, sollen mithilfe umfangreicher Blattsegmenttests resistente Einzelpflanzen ausgelesen und für Kreuzungszwecke verwendet werden.

Schlussfolgerungen

Bereits die einjährigen Ergebnisse zeigen, dass trotz des hohen Infektionsdruckes durch die künstliche Inokulation an fünf Ökostandorten potenzielle Resistenzquellen selektiert wurden, die zur Züchtung schwarzrostresistenter Sorten genutzt werden können. Im Jahr 2013 werden weitere potenzielle Resistenzquellen im Freiland auf die beschriebene Weise angebaut und die Populationen mit resistenten Einzelpflanzen nochmals geprüft.

Danksagung

Das Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert. Besonderer Dank gilt Camilla Schönberg und Silvia Koch für die Erhaltung der Isolate, die Betreuung der Freilandflächen und die Datenaufbereitung und -verrechnung.

Literatur

- Flath, K., (2000): Getreidemehltau, Braunrost des Weizens und Roggens; Zwergrost der Gerste, Gelbrost. In: Bartels, G., und G. F Backhaus: Die Prüfung von Pflanzen auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Schadorganismen in der Biologischen Bundesanstalt. Teil 2. Resistenzprüfung von Kulturpflanzen im Acker- und Gartenbau gegen Pilze, Bakterien und Viren. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. 373, 6–14.
- Stakman, E. C., Stewart, D. M. and Loegening, W. Q. (1962): Identification of physiological races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. U.S. Dept.Agric. Res. Serv. E 617.