

Phänotypische Charakterisierung der Anfälligkeit von Weizensorten gegenüber Schwarzrost (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) in Österreich

Phenotypic characterisation of susceptibility of wheat cultivars to wheat stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) in Austria

Michael Oberforster^{1*}, Martin Plank² und Gerhard Bedlan²

Abstract

Due to the fact that stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) rarely appears in wheat trials, the cultivars are inoculated with a spore suspension of local races of stem rust. In each individual year the infestation correlated significantly ($r=0.68^{**}$ to 0.96^{**}) with the adjusted mean values of the cultivars. The results of the trial in Grabenegg in 2004 verified the close relationship between the occurrence of symptoms (average symptoms in percentage and/or AUDPC) and relative loss of 1000 grain mass ($r=0.95^{**}$). The disease-loss-relationship is curvilinear. Concerning stem rust, the registered winter wheat cultivars in Austria range from resistant to highly susceptible. Cultivars like Arktis, Arnold, Balaton, Fulvio, Impulsiv, Jenga, Josef, Lukullus, Midas, Pedro, Renan, Stefanus, Vulcanus and Winnetou are highly resistant. Among cultivars such as Augustus, Belmondo, Complet, Energo, Eriwan, Grandios, Henrik, Kerubino, Megas, Papageno, Pegassos, Profit and Xenos, stem rust usually spreads rapidly after inoculation. The evaluation of results from 1960 to 2009 on winter wheat and spring wheat shows no substantial progress in breeding (in the form of a trend) concerning this disease.

Keywords

Adult plant resistance, artificial inoculation, *Triticum aestivum*

Einleitung

Der Schwarzrost ist eine auf allen Kontinenten verbreitete Krankheit bei Getreidearten und zahlreichen Gräsern. Schwarzrost des Weizens (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn.) kann Weich- (*Triticum aestivum*) und Durumweizen (*T. durum*) sowie Dinkel (*T. spelta*) und andere *Triticum* Arten infizieren. Am häufigsten erscheinen die Symptome an den Halmen und Blattscheiden, jedoch können auch Blattspreiten, Spelzen und Grannen betroffen sein. Da die Krankheit verhältnismäßig spät auftritt, leidet vor allem die Kornausbildung. Als Zwischenwirte für die geschlechtliche Phase fungieren die Pflanzengattungen *Berberis* und *Mahonia*. In unseren Breiten handelt es sich zumeist um die zerstreut bis häufig vorkommende Ge-

wöhnliche Berberitze (*Berberis vulgaris* L.). Weiters ist im Frühjahr ein Einwehen von Uredosporen aus südlichen Ländern möglich. In Europa verlor der Weizenschwarzrost an Bedeutung. In Österreich gab es letztmalig 1972 und 1977 stärkere Ertragsschäden (ZWATZ 1982).

Material und Methoden

Der natürliche Befall in offiziellen Weizenprüfungen zwischen 1960 und 2005 bildet die Datenbasis. Die Symptome wurden nach dem Schema von 1 bis 9 (1 = Befall, 5 = mittlerer Befall, 9 = sehr starker Befall) erfasst. In Prüfungen mit künstlicher Infektion (1990 bis 2009) wurde die prozentuell befallene Halmfläche erhoben. In Grabenegg bei Wieselburg wurden bei Winterweizen im Jahr 2004 die Tausendkorngewichte der unbehandelten Kontrolle mit der inokulierten Variante verglichen (OBERFORSTER et al. 2006).

Versuchsaufbau:

Blockanlage (Versuch 1 und 2), jeweils zweifach wiederholt, 58 Sorten und Zuchtlinien, Parzellenfläche 1,0 m², Aussaat am 15. Oktober 2003, Ernte am 11. August 2004.

Inokulation:

Durchführung am 17. Mai 2004 (BBCH 33), Gemisch diverser Schwarzrostrassen, 0,5 ml Suspension (1 mg Uredosporen) wurden in die oberste Blattscheide injiziert, 5 Applikationen je Parzelle.

Befallserhebung:

Viermalige Bonitur (von 15. Juni (BBCH 65) bis 27. Juli (BBCH 83)) der prozentuell befallenen Halmfläche der Parzelle, die Kontrollvariante zeigte keine Symptome von Schwarzrost. Beschreibung der Epidemie mittels AUDPC (area under the disease progress curve), zur Darstellung wurden die Daten relativiert (Wert 7100=100%). Parzellenspezifische Erhebung des Tausendkorngewichtes (TKG); Probenumfang jeweils 20 g.

Ergebnisse und Diskussion

Als Gründe für das Ausbleiben von Epidemien werden klimatische Änderungen, der Anbau frühreifer Sorten sowie die Resistenzzüchtung in Ost- und Südosteuropa

¹ Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Sortenwesen, Spargelfeldstraße 191, 1220 WIEN

² Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Pflanzengesundheit, Spargelfeldstraße 191, 1220 WIEN

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Michael OBERFORSTER, michael.oberforster@ages.at

Tabelle 1: Mittlerer Schwarzrostbefall, Variabilität des Befalls und Korrelation zu langjährigen Sortenmittelwerten bei Winterweizen nach Inokulation von 1999 bis 2009**Table 1: Mean stem rust infection, variability of infection and correlation to the longterm average of winter wheat cultivars after artificial inoculation from 1999 to 2009**

Jahr	Anzahl der			Mittlerer jährl. Befall (%)	Spannweite Sorten (%)	Korrelation zu langjähr. Mittel (r)
	Versuche	Bonituren	Sorten			
1999	2	4	52	16	0 - 50	0,68**
2001	3	3	46	33	0 - 80	0,86**
2002	1	1	40	59	0 - 100	0,91**
2003	2	2	47	56	0 - 90	0,84**
2004	2	6	51	30	0 - 58	0,96**
2005	2	8	40	5	0 - 25	0,78**
2006	2	3	46	11	0 - 77	0,81**
2007	2	7	44	20	1 - 51	0,96**
2008	1	4	46	13	0 - 62	0,90**
2009	1	4	48	19	0 - 70	0,96**

Tabelle 2: Schwarzrostbefall bei ausgewählten Winterweizensorten nach Inokulation in Grabenegg 2004 (Mittlere Befallsstärke, AUDPC-Wert) und relative Minderung des Tausendkorngewichts**Table 2: Stem rust infection of selected winter wheat cultivars after artificial inoculation in Grabenegg 2004 (average infection, absolute and relative AUDPC) and decrease of 1000 grain mass (TKG)**

Sorte	Herkunftsland	Zulassungsjahr	Befall	AUDPC		TKG	APS ¹ in
			Mittelwert (%)	absolut	relativ	Minderung (%)	BSL 2010
Xenos	DE	1998	76	3756	53	46	6
Complet	DE	1996	74	3631	51	56	6
Augustus	AT	2002	73	3543	50	51	6
Fridolin	AT	2003	73	3519	50	35	5
Pegassos	DE	1996	71	3454	49	45	6
Belmondo	DE	1997	69	3396	48	48	6
Achat	AT	1997	71	3350	47	41	5
Brutus	AT	1993	68	3253	46	38	5
Exquisit	AT	1995	67	3248	46	52	5
Romanus	NL	2000	69	3239	46	39	5
Kerubino	DE	2004	65	3050	43	34	6
Ludwig	AT	1997	63	2941	41	31	5
Levendis	DE	2002	61	2888	41	22	5
Ilias	NL	2002	62	2819	40	51	5
Granat	AT	2000	61	2794	39	51	5
Grandios	DE	1999	60	2745	39	18	6
Bonitus	AT	2000	58	2671	38	39	5
SW Maxi	DE	2003	55	2589	36	27	5
Dekan	DE	1999	55	2418	34	31	5
Manhattan	DE	2002	44	1910	27	33	4
Capo	AT	1989	38	1764	25	6	4
Lukas	AT	2004	33	1596	22	10	4
Eurofit	AT	2004	30	1246	18	11	4
Astardo	AT	2003	17	632	9	0	3
Pireneo	AT	2004	15	497	7	3	3
Antonius	AT	2003	10	391	6	6	3
Saturnus	AT	2000	8	228	3	4	3
Edison	AT	2001	5	141	2	0	2
Komfort	UK	2000	3	81	1	2	2
Furore	AT	1998	2	78	1	4	3
Renan	FR	1993	1	44	1	3	2
Donnato	AT	2008	1	40	1	0	2
Erla Kolben	AT	1961	1	33	0	7	3
Atrium	AT	2001	1	33	0	-1	2
Josef	AT	1993	1	16	0	3	2
Winnetou	DE	2004	0	0	0	2	2
Exklusiv	AT	1999	0	0	0	2	2

¹ Ausprägungsstufe Beschreibende Sortenliste 2010: 1 = sehr geringe Anfälligkeit, 9 = sehr starke Anfälligkeit

genannt (CSÓSZ et al. 1995, BARTOŠ et al. 2002). Eine eingehende Erforschung der Ursachen wäre sinnvoll. Denn tendenziell höhere Temperaturen im Frühjahr und Sommer kommen den Ansprüchen des thermophilen Pilzes entgegen. Ein züchterischer Trend zu zeitiger Reife der Winter- und Sommerweizen ist im österreichischen Sortiment nicht nachweisbar. Auch die allgemeine phänologische Verfrühung bietet angesichts der jährlich variablen Witterung sowie dem Anbau anfälliger Sommerweizensorten keine schlüssige Erklärung. In Österreich sind auch keine Aktionen zur Vernichtung der Berberitze wie in anderen Ländern bekannt, das Verbreitungsareal blieb in den vergangenen Jahrzehnten weitgehend unverändert. Überdies trägt der Zwischenwirt wenig zum Entstehen von Epidemien bei (ZWATZ 1982). Obwohl der Weizenschwarzrost aktuell wenig bedeutsam ist, sind künftige Schäden nicht auszuschließen.

Sowohl natürliche als auch künstliche Infektionen ermöglichen eine ausreichende Differenzierung der Genotypen. Eine gute Widerstandskraft gegen Schwarzrost bedeutet einen späteren Beginn oder einen verlangsamten Anstieg des Befalls. Aufgrund des fehlenden natürlichen Krankheitsdrucks selektieren die österreichischen Weizenzüchter seit etwa 15 Jahren nicht mehr systematisch gegen Schwarzrost. Dennoch weisen auch neuere Sorten teilweise ein hohes Resistenzniveau auf. Im Rahmen der Wertprüfung wird seit 1990 an ein bis drei Standorten mit Schwarzrost inokuliert. Ein Gemisch einheimischer, allerdings nicht exakt definierter Rassen wird in Mikroparzellen eingebracht. Diese Tests liefern zumeist aussagekräftige Daten. Der Befall in einzelnen Jahren (1999 bis 2009) korreliert mit $r=0,68^{**}$ bis $0,96^{**}$ zu langjährigen (1990 bis 2009) adjustierten Sortenmittelwerten (Tabelle 1).

Über den genetischen Hintergrund der Schwarzrostresistenz von in Österreich angebauten Sorten ist wenig bekannt. Der 1961 registrierte Winterweizen Erla Kolben enthält das Resistenzgen *Sr5* (ZWATZ 1982). Für Achat werden *Sr7b* und für Capo *Sr17* angeführt (PATHAN et al. 2007). Die in Frankreich gezüchtete Sorte Renan ist Träger von *Sr38* (HANZALOVÁ et al. 2007). *Sr31* (von Roggen) und *Sr36* (von *T. timopheevi*), welche im ungarischen Sortiment bedeutsam sind (PURNHAUSER et al. 2009), dürften bei uns nicht bzw. wenig vorkommen. Insgesamt sind gegen Schwarzrost 46 Resistenzfaktoren katalogisiert (SINGH et al. 2008), mit Ausnahme von *Sr2* verhalten sie sich rassenspezifisch. Im Jahr 1999 trat in Uganda eine neue Schwarzroststrasse (Ug99, auch als TTKS bekannt) auf, welche für *Sr31* und weitere Faktoren virulent ist (PRETORIUS et al. 2000). Der Pathotyp breitete sich in einige Länder Afrikas und des mittleren Ostens aus. Befürchtungen, wonach Ug99 den Weizenanbau in Europa beeinträchtigen könnte, sind eher hypothetisch (FOSSATI, pers. Mitt.).

Winterweizen Grabenegg 2004:

Am 15. Juni (BBCH 65), 29 Tage nach erfolgter Inokulation mit Schwarzrost, waren lediglich 11 von 58 Weizensorten noch ohne Symptome. Am 27. Juli wiesen 54 Genotypen einen geringfügigen bis totalen Befall auf. Das Mittel von vier Boniturterminen zeigt mit einer befallenen Halmfläche von 0 bis 82% bzw. relativen AUDPC-Werten von 0 bis 59% eine beachtliche Spannweite. Eine Minderung des Tausendkorngewichts, bezogen auf die unbehandelte Kontrolle, von 0 (-1) bis 65% ging damit einher. Anders als bei ZWATZ (1982) nimmt die Befalls-Verlust-Relation einen kurvenförmigen Verlauf. Eine Befallstärke von 20% Schwarzrost reduzierte

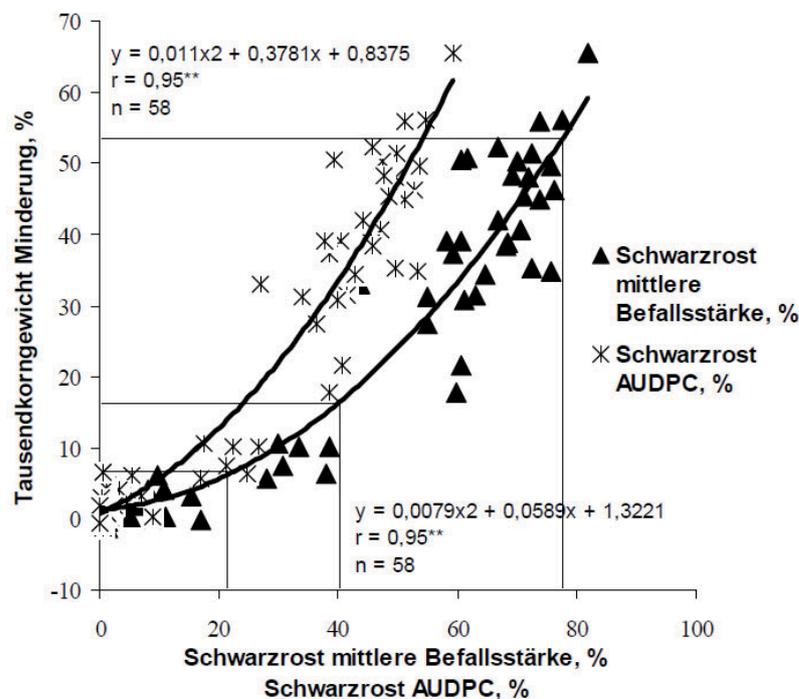


Abbildung 1: Einfluss des Schwarzrostbefalls bei Winterweizensorten nach Inokulation in Grabenegg 2004 (Mittlere Befallsstärke, relativer AUDPC-Wert) auf die relative Minderung des Tausendkorngewichts

Figure 1: Relationship between stem rust infestation after artificial inoculation of winter wheat cultivars in Grabenegg 2004 (mean infestation=curve with star symbols, relative AUDPC=curve with triangle symbols) and relative decrease in 1000 grain mass

das Tausendkorngewicht um etwa 7%, bei 40% Schwarzrost waren es durchschnittlich 17%. Ein Befall von 80% bedeutete Einbußen beim Tausendkorngewicht bzw. Ertrag von 50 bis 60% (Tabelle 2, Abbildung 1). Die Fläche unter der Krankheitskurve (AUDPC) und die mittlere Befallsstärke (in %) korrelierten mit $r=0,95^{**}$ zur relativen Minderung des Tausendkorngewichts. Beide Parameter waren für die Evaluierung der Sortenresistenz weitgehend gleichwertig. Auch die Beurteilung nach dem Schema von 1 bis 9 fiel in der Präzision nur geringfügig ab. Auf die Anlage von zwei Versuchen je Standort und eine aufwändige Ermittlung von Korngröße und Ertrag ist verzichtbar.

Die höchste Feldresistenz gegenüber Schwarzrost, d.h. eine Ausprägungsstufe (APS) 2 in der Beschreibenden Sortenliste (AGES 2010) zeigen die Winterweizen Arktis, Arnold, Atrium, Balaton, Bitop, Donato, Edison, Exklusiv, Fidelius, Fulvio, Impulsiv, Jenga, Josef, Komfort, Lukullus, Midas, Pedro, Peppino, Renan, Stefanus, Vulcanus und Winnetou. Am anfälligsten sind Augustus, Belmondo, Complet, Energo, Eriwan, Grandios, Henrik, Kerubino, Megas, Papageno, Pegassos, Profit und Xenos (APS 6 bis 8). Die Sommerweizen differenzieren im Merkmal Schwarzrost von gut widerstandsfähig (Sparrow) bis stärker anfällig (Alora, Michael, Monsun, Sensas, SW Kadrlj). Bei Winter- und Sommerdurum sind resistente bis mittelgut widerstandsfähige Sorten vorhanden.

Zusammenfassung

Da in den Weizenversuchen Schwarzrost aus natürlicher Infektion kaum mehr auftritt, werden die Sorten mit einer Sporensuspension einheimischer Schwarzroststrassen inokuliert. In den einzelnen Jahren korrelierte der Befall signifikant ($r=0,68^{**}$ bis $0,96^{**}$) mit adjustierten Sortenmittelwerten. Die Resultate des Versuches in Grabenegg 2004 bestätigen den engen Zusammenhang zwischen Symptombonitur (mittlerer Befall in Prozent bzw. AUDPC) und relativer Minderung des Tausendkorngewichts ($r=0,95^{**}$). Die Befalls-Verlust-Beziehung verläuft kurvenförmig. In Österreich registrierte Winterweizen sind hinsichtlich Schwarzrost resistent bis stark anfällig. Als hoch widerstandsfähig gelten beispielsweise Arktis, Arnold, Balaton, Fulvio, Impulsiv, Jenga, Josef, Lukullus, Midas, Pedro, Renan, Stefanus, Vulcanus und Winnetou. In Beständen von Augustus, Belmondo, Complet, Energo, Eriwan, Grandios,

Henrik, Kerubino, Megas, Papageno, Pegassos, Profit und Xenos breitet sich Schwarzrost nach Inokulation meist rasch aus. Die Auswertung der Ergebnisse für Winter- und Sommerweizen von 1960 bis 2009 lässt bei dieser Krankheit keinen relevanten züchterischen Fortschritt (im Sinne eines Trends) erkennen.

Literatur

- AGES, 2010: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2010 - Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2010.
- BARTOŠ P, HANZALOVÁ A, DUMALOSOVÁ V, 2002: Rost auf Weizen in der Tschechischen Republik - historisch und aktuell. In: Bericht über die 52. Tagung 2001 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 20.-22. Nov., BAL Gumpenstein, Irdning, 17-20.
- CSÓSZ M, MATUZ J, MESTERHÁZY Á, 1995: Epidemiologisches Verhalten des Weizen-Schwarzrostes. Beobachtungen auf der Basis der Center-Pivot-Methode. In: Bericht über die 46. Arbeitstagung der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, 21.-23. Nov., BAL Gumpenstein, Irdning, 101-109.
- HANZALOVÁ A, DUMALASOVÁ V, SUMÍKOVÁ T, BARTOŠ P, 2007: Rust resistance of the French wheat cultivar Renan. Czech J Genet Plant Breed 43, 53-60.
- OBERFORSTER M, PLANK M, BEDLAN G, 2006: Auftreten von Schwarzrost des Weizens (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) in Österreich und Befalls-Verlust-Relationen. In: Bericht ALVA-Jahrestagung 2006, 22.-23. Mai, St. Pölten, Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen, Wien, 207-210.
- PATHAN AK, PARK RF, 2007: Evaluation of seedling and adult plant resistance to stem rust in European wheat cultivars. Euphytica 155, 87-105.
- PRETORIUS ZA, SINGH RP, WAGOIRE WW, PAYNE TS, 2000: Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene *Sr31* in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda. Plant Dis 84, 203.
- PURNHAUSER L, BÓNAL, 2009: Detection of *Sr31* and *Sr36* stem rust resistance genes by molecular markers in wheat cultivars registered in Hungary. Res J Agric Sci 41, 319-322.
- SINGH RP, HODSON DP, HUERTA-ESPINO J, JIN Y, NJAU P, WANYERA R, HERRERA-FOESSEL SA, WARD RW, 2008: Will stem rust destroy the world's wheat crop? Adv Agron 98, 271-309.
- ZWATZ B, 1982: Studie über den Schwarzrost des Weizens (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn.) in Österreich mit besonderer Untersuchung der Slow-rusting-Resistenz von Winterweizensorten. Bodenkultur 33, 246-274.