

Resistenzquellen gegenüber Ährenfusariosen und ihre Nutzung in der Weizenzüchtung

Resistance sources against Fusarium head blight and their use in wheat breeding

Jana Chrpová^{1*}, Václav Šíp¹, Lenka Štočková¹, Pavel Horčíčka²,
Ondřej Veškrna², Tereza Kašová² und Tibor Sedláček²

Abstract

Resistance to Fusarium head blight (FHB) was evaluated at three locations in selected resistance sources and breeding lines after inoculation with *Fusarium culmorum*. The lowest deoxynivalenol (DON) content was detected in materials derived from Sumai 3, but their agronomic value was low compared to other tested material. The possibility of exploitation of marker-assisted selection (MAS) in breeding for resistance to FHB was studied in two spring wheat crosses with highly resistant Sumai 3. It was found that the choice of genotypes carrying the combination of donor 3B and 5A QTL had significant effect on reducing FHB severity and resulted in a relatively higher frequency of genotypes showing less than 20% infestation of the spikelets. However, it was shown that the presence of these QTL does not exclude the occurrence of susceptible genotypes. Combining MAS and phenotypic selection is, therefore, highly desirable. A lower infestation was in both crosses connected with the presence of awned Sumai 3 types.

Keywords

Molecular marker, mycotoxin, *Triticum aestivum*

Einleitung

Fusariumpilze zählen weltweit zu den gefährlichsten Getreidekrankheiten. Ährenfusariosen reduzieren die Kornzahl pro Ähre, das Tausendkorngewicht und die Triebkraft des Saatgutes. Ertragsverluste von bis zu 50% können die Folge sein. Noch wichtiger ist die Fähigkeit der Fusarien, Mykotoxine zu bilden, pilzliche Stoffwechselprodukte, die schon in geringen Mengen toxisch wirken und bei Mensch und Tier schwere Schädigungen des Organismus verursachen können. Die bisherigen Studien zeigten, dass überwiegend das Mykotoxin Deoxynivalenol (DON) gebildet wird, welches zu den Trichothecen-Derivaten gehört (NICHOLSON et al. 2007). Der Anbau von genetisch resistenten Sorten stellt bisher die effektivste Maßnahme zur Bekämpfung von Ährenfusariosen dar. Monogene vollständige Resistenzen sind nicht bekannt, sondern es wurden polygene vererbte

quantitative Unterschiede in der Resistenz identifiziert (BUERSTMAYR et al. 2008). Die Selektion auf Resistenz kann entweder direkt erfolgen (phänotypische Selektion) oder indirekt (in vitro Selektion, markergestützte Selektion) (BÜRSTMAYR et al. 2000). Ziel dieses Beitrags ist es über die Bewertung der Resistenz gegen Ährenfusariosen bei künstlicher Infektion unter Freilandbedingungen und unter Verwendung von molekularen Markern zu informieren.

Material und Methoden

Die Bewertung der Ährenfusariosenresistenz bei Resistenzquellen

Die Resistenz von aus dem European Fusarium Ring Test stammenden Material, sowie von tschechischen Zuchstämmen wurde im Jahr 2008 in Feldversuchen auf 3 Standorten bewertet. Die Versuche wurden künstlich inokuliert durch eine Konidien suspension des *Fusarium culmorum* Isolats (B) (CHRPOVÁ et al. 2007). Zur Unterstützung der Infektion wurde das Versuchsfeld bewässert. Der Ährenbefall wurde als Prozentsatz infizierter Ähren zu 3 Boniturterminen festgestellt. Der DON Gehalt von 10 Ähren wurde mit ELISA bestimmt.

Markergestützte Selektion

2 Populationen (473 Linien aus Sumai 3 × SG-S191-01; 436 Linien aus Swedjet × Sumai 3) wurden bei Selton bearbeitet. Die Pflanzen wurden in der F₂ zufällig ausgewählt. Die Identifikation der genomischen Regionen QTL 3B und 5A wurde in der F₃ mit der Hilfe der Mikrosatelliten Xgwm493 und Xbarc117 durchgeführt. Das Resistenzniveau der Populationslinien wurde in Feldversuchen nach Sprühinokulation mit *F. culmorum* bewertet (Bonitur 21 Tage nach Inokulation).

Ergebnisse

Das höchste Resistenzniveau wurde bei den Linien aus dem European Fusarium Ring Test (EFR) festgestellt (*Tabelle 1*). Manche dieser Linien (A 17-15-1-2, 20817-3, Fg 437 und 98710 A) entstanden aus Kreuzungen mit Sumai 3. Tsche-

¹ Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Drnovská 507, CZ-161 06, PRAHA - RUZYŇE

² Forschungszentrum Dipl.-Ing. SELTON, GmbH, Stupice 24, CZ-250 84 SIBŘINA

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Jana CHRPOVÁ, chrpova@vurv.cz

Tabelle 1: DON Gehalt (mg kg⁻¹) von ausgewählten Weizen Genotypen von Feldversuchen auf drei tschechischen Standorten im Vergleich zum Sortimentsmittelwert berechnet aus 45 getesteten Genotypen

Table 1: DON content (mg kg⁻¹) in selected wheat genotypes obtained from field infection trials at three Czech locations in 2008 compared to the average DON content of all 45 tested genotypes

Genotyp	Pedigree	Origin	Stupice	Ruzyně	Úhřetice	Mean
SG-S257-06	Šárka/Flair//Corsaire	CZ	20,6	49,2	8,5	26,1
SG-U3007 B	Transit/UH 442	CZ	37,3	48,8	11,8	32,6
BR 06/076	Mobil/Nela	CZ	28,3	22,7	9,9	20,3
HE 8096	Meritto/Clever	CZ	15,8	37,5	10,6	21,3
F01302GP3-1	508U3-2FZ2/F135U3-1	RO	2,9	23,3	7,3	11,1
A 17-15-1-2	Capo/3/Sumai 3/81.60//Kincso	A	1,3	19,2	6,0	8,8
20817-3	Capo/Sumai 3	A	5,5	23,4	9,2	12,7
Fg 437	Sumai 3/81.60//Kincso	HU	1,9	9,9	5,7	5,8
98710 A	Atlantis/Tambor/Z14/3/CM82036	D	8,6	11,1	2,8	7,5
Petrus	Nimbus/Vuka//Falke/4/Benno/Caribo//Kornmoran/3/Kronjuwel	D	15,8	42,2	14,2	24,1
Complet	Boxer//M. Huntsman/Monopol	D	69,5	129,9	21,4	73,6
Mean 45 Genotypes			25,6	73,9	15,5	38,3

Tabelle 2: Ährenfusariosebefall (%) für 2 QTLs (3BS, 5A) bei den Populationen Sumai 3×SG-S 191-01 und Swedjet×Sumai 3 nach Sprühhinokulation mit *F. culmorum*. (Mittelwerte mit denselben Buchstaben sind nicht statistisch voneinander verschieden entsprechend der Grenzdifferenz bei P=0,05)

Table 2: Effects of different QTLs on FHB scoring (%) in F₄ populations of two crosses following artificial inoculation with *F. culmorum*. (Means with the same letter are not significant different at P=0.05 according to the LSD test)

Sumai 3×SG-S 191-01		Swedjet×Sumai 3	
QTL	FHB	QTL	FHB
3BS+5A	26,2 a	3BS+5A	25,6 a
3BS	39,7 b	3BS	41,6 b
5A	42,1 b	5A	44,9 b
No QTL	39,3 b	No QTL	54,0 c

chische Zuchtstämme entstanden überwiegend aus Kreuzungen mit kommerziell genutzten Winterweizensorten. Diese Linien wiesen mittleres bis mäßiges Resistenzniveau aus. Sie haben aber gute agronomische Parameter. Bei Nutzung der MAS wurde festgestellt, dass die Kombination von QTL 3B und 5A zu einer Erhöhung des Resistenzniveaus führt (Tabelle 2). Die Anwesenheit von QTL 3BS kann allerdings anfällige Genotypen nicht gänzlich eliminieren (Tabelle 3). In unseren Versuchen wiesen Nachkommen der Kreuzungen mit Sumai 3 einen signifikanten Einfluss der Begrannung auf. Begrannete Linien zeigten ein signifikant höheres Resistenzniveau (Tabelle 4).

Zusammenfassung

In Infektionstests auf dem Feld wurde die Resistenz ausgewählter Genotypen gegen Ährenfusariosen bewertet. Die höchsten Resistenzen wurden in Genotypen die von der

Sorte Sumai 3 abstammen festgestellt. Dieses Material weist bisher jedoch ein niedriges agronomisches Niveau auf. Davon zeugt auch die Tatsache, dass in Europa bislang keine kommerzielle Sorte existiert, die Sumai 3 im Stammbaum hat. Weiters wurde die Möglichkeit einer markergestützten Selektion bei Verwendung von Sumai 3 als Resistenzdonor geprüft. Es wurde festgestellt, dass bei Auffinden der QTLs auf 3B und 5A der Anteil an Genotypen mit einem höheren Resistenzgrad wächst. Die alleinige Präsenz des QTL auf 3BS eliminiert jedoch nicht vollständig das mögliche Auftreten anfälliger Linien und gleichzeitig können auch Linien ohne den QTL auf 3BS einen höheren Resistenzgrad aufweisen. Sollte im Rahmen einer MAS nur der QTL auf 3B verwendet werden, so würden perspektivreiche Linien verlorengehen. Als am besten geeignet erscheint die Kombination von MAS und Selektion resistenter Phänotypen in Feldversuchen. Bei den zwei geprüften Kreuzungspopulationen wurde weiters festgestellt, dass die begranneten Linien einen statistisch signifikant niedrigeren Prozentsatz im Ährenbefall aufweisen.

Tabelle 4: Durchschnittlicher Ährenfusariosebefall von unbegranneten und begranneten Nachkommen der beiden Kreuzungspopulationen (Mittelwerte mit unterschiedlichen Buchstaben sind statistisch voneinander signifikant entsprechend der Grenzdifferenz bei P=0,05)

Table 4: Average FHB rating of awned and awnless progeny lines of the two crossing populations (Letters after means refer to the LSD test at P=0.05)

Ear type	Sumai 3×SG-S 191-01		Swedjet×Sumai 3	
	Linien (n)	FHB (%)	Linien (n)	FHB (%)
awnless	213	48,50 b	221	47,24 b
awned	260	27,74 a	215	40,00 a

Tabelle 3: Häufigkeit von Genotypen mit unterschiedlichen Resistenz QTLs in unterschiedlichen Fusariumbefallsklassen

Table 3: Frequency of genotypes with different resistance QTLs in different FHB rating classes

FHB (%)	Sumai 3×SG-S 191-01			Sumai 3×Swedjet		
	3BS	3BS+5A	Population	3BS	3BS+5A	Population
0-20	46	54	34	43	59	26
21-60	39	38	46	40	28	46
61-60	15	8	20	17	13	28

Danksagung

Die durchgeführten Arbeiten sind Teil der Forschungsprojekte MZE 0002700604 und NAZV QH81293, die von dem Landwirtschaftsministerium der Tschechischen Republik unterstützt wurden. Dank gilt auch Dr. M. Ittu, Dr. A. Mesterházy, Dr. H. Bürstmayr und Dr. L. Hartl für die Bereitstellung der geprüften Linien.

Literatur

- BUERSTMAYR H, BAN T, ANDERSON JA, 2008: QTL mapping and marker assisted selection for Fusarium head blight resistance in wheat - a review. *Plant Breeding* 128, 1-26.
- BUERSTMAYR H, LEMMENS M, DOLDI ML, STIERSCHNEIDER M, STEINER B, WERNER K, HARTL L, RUCKENBAUER P, 2000: Resistenzzüchtung bei Weizen gegenüber Ährenfusariosen. Bericht über die 50. Arbeitstagung 1999 der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, 63-68, BAL Gumpenstein, Irdning.
- CHRPOVÁ J, ŠÍP V, MATĚJOVÁ E, SÝKOROVÁ N, 2007: Resistance of winter wheat varieties registered in the Czech Republic to mycotoxin accumulation in grain following inoculation with *Fusarium culmorum*. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* 43, 44-52.
- NICHOLSON P, GOSMAN N, DRAEGER R, THOMSETT M, CHANDLER E, STEED A, 2007: The Fusarium head blight pathosystem. In: Buck HT, Nisi JE, Salomón N (eds) *Wheat Production in stressed Environments, Developments in Plant Breeding* 12, Springer, Dordrecht, 23-36.