

## Ermittlung von Resistenzquellen gegen Ährenfusariose für Weizenzüchtung und -anbau

### Sources of resistance to *Fusarium* head blight for wheat breeding and growing

Jana Chrpová<sup>1\*</sup>, Václav Šíp<sup>1</sup>, Lenka Štočková<sup>1</sup> und Zdeněk Stehno<sup>1</sup>

#### Abstract

The response of 35 spring wheat varieties and breeding lines of four *Triticum* species to spray inoculation with *Fusarium culmorum* was evaluated in field experiments over three years. Besides symptom scores the content of deoxynivalenol (DON), the percentage of *Fusarium* damaged kernels, the reduction of thousand grain weight and the reduction of grain weight per spike due to infection were recorded. The resistance to *Fusarium* head blight (FHB) determined on the basis of the five recorded traits was variable in the investigated material and very high only in the non-adapted check variety 'Sumai 3'. The common wheat landrace Červená perla, four *T. dicoccum* genotypes (May Emmer, Weisser Sommer, Tábor, Rudico), *T. spelta* (Ruzyně), and bread wheat variety 'Vánek' can be considered moderately resistant to FHB. DON accumulation was significantly higher in modern common wheat varieties than in old landraces and other *Triticum* species. Similar experiments with 47 winter wheat varieties showed lowest DON contents in varieties 'Dagmar', 'Turandot', 'Balada' and 'Sakura'. Mid- and better-parent heterosis for DON content and FHB symptoms was studied in F<sub>1</sub> progenies of crosses between current varieties. Heterosis for resistance was common, therefore, selection of transgressive segregates from heterotic combinations should be feasible. The obtained results are encouraging with respect to the development of FHB resistant hybrid wheat varieties.

#### Keywords

Common wheat, DON content, *Fusarium culmorum*, heterosis, hulled wheat

#### Einleitung

Die Ährenfusariosen gehören weltweit zu den wichtigsten Getreidekrankheiten bei Weizen. Ihre Bedeutung ist weiter im Steigen begriffen. Eine wesentliche Rolle spielen dabei die Veränderungen in der landwirtschaftlichen Produktion wie eine Zunahme der Minimalbodenbearbeitung oder der Übergang zu einer intensiveren Produktion von Getreide und Mais in engen Fruchtfolgen. Der Befall führt zu Ertragsverlusten und hat auch die Bildung von Mykotoxinen

im Erntegut und in der Folge eine Gefährdung von Lebensmitteln zur Folge. Pilze der Gattung *Fusarium* bilden eine ganze Reihe von Mykotoxinen. Am bekanntesten und am meisten untersucht ist Desoxynivalenol (DON).

Wirksame Schutzmaßnahmen gegen Ährenfusariosen basieren auf einer Kombination von Maßnahmen, die den Anbau von Sorten mit einer höheren Resistenz und den Einsatz wirksamer Fungizide zum Zeitpunkt der Blüte umfassen. Auch die Einhaltung einer weiten Fruchtfolge ist von Bedeutung, d.h. keine ausschließliche Konzentration auf Getreide und Mais. Die Resistenzzüchtung gegen Ährenfusariose bleibt weiterhin eine wichtige Herausforderung für den Weizenzüchter. Auch wenn eine mittlere bis hohe Anfälligkeit im kommerziell genutzten Weizensortiment dominiert so gibt es dennoch Unterschiede in der Resistenz, die beim Management der Bestände genutzt werden können.

Die Resistenz gegen Ährenfusariose beim Weizen ist ein quantitatives Merkmal, das polygen vererbt wird und von der Umwelt beeinflusst wird. QTL für die Resistenz befinden sich auf allen Chromosomen des Weizen (BUERST-MAYR et al. 2009). Ziel dieses Beitrags ist die Evaluierung eines breiten Sortiments einschließlich von F<sub>1</sub>-Hybriden hinsichtlich deren Resistenz gegen Ährenfusariose.

#### Material und Methoden

##### *Inokulation und Mykotoxinbestimmung*

Die Versuche mit 3 Wiederholungen wurden mit *Fusarium culmorum* künstlich infiziert (MESTERHÁZY 1997). Dabei wurden während der Blüte 10 zufällig ausgewählte Ähren infiziert und über 24 Stunden mit Plastiktüten umhüllt. Zur Unterstützung der Infektion erfolgte eine Mikrobewässerung. Der Befall der Ähre wurde zu 3 Zeitpunkten an Hand einer Skala von 1 bis 9 entsprechend dem Prozentsatz des Befalls der Ährchen in der Ähre bewertet (1=kein Befall). Nach der Ernte wurden der Prozentsatz der von Fusariose befallenen Körner und die Reduktion der Ertragsmerkmale im Vergleich zur nicht infizierten Kontrollprobe bestimmt. Die Feststellung des DON-Gehalts erfolgte mittels ELISA unter Verwendung des RIDASCREEN® FAST DON Kits (R-Biopharm GmbH, Darmstadt, Deutschland).

<sup>1</sup> Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 PRAHA-RUZYŇ, Czech Republic

\* Ansprechpartner: Jana CHRPOVÁ, chrpova@vurv.cz



## Sommerweizen

Von 2010 bis 2012 wurden durch künstliche Infektion 6 in der Tschechischen Republik registrierte Sorten Sommerweizen, sowie 23 genetische Ressourcen geprüft. Letztere Gruppe beinhaltete Dinkel (*Triticum spelta*), Einkorn (*T. monococcum*), Emmer (*T. dicoccum*) und eine alte Landsorte Weichweizen (*T. aestivum*). Als Kontrolle wurde die resistente Weichweizensorte 'Sumai 3' verwendet.

## Winterweizen

Von 2010 bis 2012 wurden 30 in der Tschechischen Republik registrierte Winterweizensorten geprüft, davon wurden 12 Sorten in der Tschechischen Republik gezüchtet während 15 auf Basis einer Eintragung in den gemeinsamen Sortenkatalog der EU angebaut werden. Als Kontrollen wurden die ausländischen Sorten 'Arina' und 'Petrus' in die Versuche aufgenommen für die in zahlreichen Untersuchungen eine

mittlere Resistenz gegen Ährenfusariose nachgewiesen wurde.

## F<sub>1</sub>-Hybride

Im Jahr 2013 wurden 28 F<sub>1</sub>-Hybride von gegenwärtig kommerziell genutzten Sorten gemeinsam mit den Elternsorten in zwei Umgebungen (Feld, kaltes Treibhaus) getestet. Die Kreuzungen umfassten 8 Sorten, die sich im Grad der Resistenz unterscheiden: 'Bakfis', 'Petrus', 'Sakura', 'Federer' (mäßig bis mittel resistent), 'Bohemia', 'Elly' (mäßig anfällig), 'Cubus' und 'Biscay' (anfällig).

## Ergebnisse und Diskussion

### Sommerweizen

Die Ergebnisse der Resistenzprüfungen sind in *Tabelle 1* angeführt. Das höchste Resistenzniveau wies die Kon-

**Tabelle 1: Zusammenfassung der Resistenzdaten von Sommerweizen nach künstlicher Infektion mit *F. culmorum*: DON (mg·kg<sup>-1</sup>), Ährensymptome (ÄS, 1-9), Fusarium befallene Körner (FDK, %), Reduktion des TKG (RTKG, %), Reduktion des Korngewichts an der Ähre (RKGÄ, %)**

**Table 1: FHB resistance of spring wheat: DON content (mg·kg<sup>-1</sup>), visual FHB symptom scores (ÄS, 1-9; 1=no symptoms), Fusarium damaged kernels (FDK, %), reduction of thousand grain weight (RTKG, %) and reduction of grain weight per spike (RKGÄ, %)**

Sorte	Taxonomie	Zulassungsjahr/Genbankcode	DON	ÄS	FDK	RTKG	RKGÄ
Sumai 3	<i>T. aestivum</i>		5,2	1,9	14,2	11,1	17,6
Červená perla	<i>T. aestivum</i>	01C0100124	8,1	3,0	15,3	12,5	25,8
May-Emmer	<i>T. dicoccum</i>	01C0203990	8,2	2,5	16,5	7,3	34,1
Weisser Sommer	<i>T. dicoccum</i>	01C0203993	11,1	2,6	18,4	12,0	28,6
<i>T. dicoccum</i> (Tábor)	<i>T. dicoccum</i>	01C0204318	7,3	3,4	18,4	10,4	27,8
<i>T. spelta</i> (Ruzyně)	<i>T. spelta</i>	01C0201257	6,5	2,5	19,3	14,9	34,5
Vánek	<i>T. aestivum</i>	2004	14,5	3,1	24,6	14,9	25,7
Rudico	<i>T. dicoccum</i>	01C0200948	7,1	3,5	22,7	16,1	32,2
<i>T. monococcum</i> (Georgia)	<i>T. monococcum</i>	01C0204038	23,8	2,5	18,3	13,3	37,5
Schwedisches Einkorn	<i>T. monococcum</i>	01C0204053	13,5	3,4	35,0	15,4	28,8
<i>T. spelta</i> (Tábor 2)	<i>T. spelta</i>	01C0204323	9,1	3,6	22,5	18,6	33,9
Kaštická přesívka 203	<i>T. aestivum</i>	01C0200031	14,0	3,3	26,8	16,5	35,6
<i>T. monococcum</i> No.8910	<i>T. monococcum</i>	01C0204542	14,5	3,4	26,3	22,5	41,9
<i>T. spelta</i> (Tábor 1)	<i>T. spelta</i>	01C0204322	11,4	3,6	23,5	22,7	44,1
Rosamova česká červená přesívka	<i>T. aestivum</i>	01C0200051	13,8	4,3	27,2	20,9	34,6
Trappe	<i>T. aestivum</i>	2007	22,7	3,4	28,4	25,7	34,3
<i>T. dicoccum</i> (Tapioszele)	<i>T. dicoccum</i>	01C0201280	16,5	3,3	29,0	24,1	45,0
<i>T. spelta</i> (Kew)	<i>T. spelta</i>	01C0200984	19,6	3,4	34,6	24,6	42,3
Postoloprtská přesívka 6	<i>T. aestivum</i>	01C0200043	22,9	3,6	35,4	25,0	41,9
<i>T. dicoccon</i> (Palestine)	<i>T. dicoccum</i>	01C0201261	16,6	3,9	40,5	28,4	39,2
KWS Scirocco	<i>T. aestivum</i>	2011	22,7	3,7	34,8	25,1	49,3
Izzy	<i>T. aestivum</i>	2011	29,0	4,4	40,8	22,9	37,7
Dafne	<i>T. aestivum</i>	2011	31,0	4,0	38,5	30,9	41,3
<i>T. spelta</i> (VIR St.Petersburg)	<i>T. spelta</i>	01C0204865	21,2	4,2	35,8	34,7	47,5
KWS Chamsin	<i>T. aestivum</i>	2012	34,4	4,2	38,7	28,6	46,5
<i>T. monococcum</i> (Albania)	<i>T. monococcum</i>	01C0204044	27,2	3,6	50,1	30,4	51,0
Špaldá bílá jarní	<i>T. spelta</i>	01C0200982	25,7	4,2	38,3	37,4	53,0
<i>T. spelta</i> No 8930	<i>T. spelta</i>	01C0204506	22,9	4,7	39,2	33,5	50,7
Seance	<i>T. aestivum</i>	2008	41,4	4,5	47,6	30,4	43,6
Astrid	<i>T. aestivum</i>	2012	38,9	4,6	42,4	32,2	46,8
Septima	<i>T. aestivum</i>	2008	40,9	4,9	50,3	37,2	46,9
Tercie	<i>T. aestivum</i>	2008	45,8	4,6	54,9	38,4	49,7
SW Kadrijl	<i>T. aestivum</i>	2006	51,3	4,6	44,0	40,1	54,1
<i>T. dicoccon</i> (Dagestan ASSR)	<i>T. dicoccum</i>	01C0204016	31,0	5,1	53,3	44,6	60,0
<i>T. dicoccon</i> (Brno)	<i>T. dicoccum</i>	01C0204022	37,9	5,6	61,1	41,2	65,6
2010			19,4	4,0	29,6	24,4	40,6
2011			22,3	3,8	39,7	27,2	45,4
2012			24,4	3,6	32,3	23,5	36,9
Mittelwert			22,4	3,8	33,9	25,1	41,5

trollsorte ‘Sumai 3’ auf, es folgten Červená perla (Rote Perle, *T. aestivum*), May Emmer, Weißer Sommer, Tábor (alle *T. dicoccum*), *T. spelta* Ruzyně, ‘Vánek’ (*T. aestivum*) und Rudico (*T. dicoccum*) (CHRPOVÁ et al. 2013). Ein relativ niedriger und stabiler DON-Gehalt wurde bei *T. spelta* Ruzyně, sowie bei Rudico und *T. dicoccum* Tábor festgestellt. Eine niedrige, jedoch variable DON-Akku-

mulation wiesen Červená perla, May Emmer und *T. spelta* Tábor 2 auf. Insgesamt kann festgestellt werden, dass ein statistisch höherer mittlerer DON-Gehalt ( $33,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) bei den gegenwärtigen Hochzuchtsorten im Vergleich zu Spelzweizen (Dinkel, Emmer, Einkorn) oder alten Weichweizen Landsorten ( $17,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) beobachtet wurde. Die Verringerung des Korngewichts war bei ‘Sumai 3’ (17,6%)

**Tabelle 2: Zusammenfassung der Resistenzdaten von Winterweizen nach künstlicher Infektion mit *F. culmorum*: DON ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), Ährensymptome (ÄS, 1-9), Fusarium befallene Körner (FDK, %), Reduktion des TKG (RTKG, %), Reduktion des Korngewichts an der Ähre (RKGÄ, %)**

**Table 2: FHB resistance of winter wheat: DON content ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), visual FHB symptom scores (ÄS, 1-9; 1=no symptoms), Fusarium damaged kernels (FDK, %), reduction of thousand grain weight (RTKG, %) and reduction of grain weight per spike (RKGÄ, %)**

Sorte	Zulassung	Herkunft	Zulassung in CZ	DON	ÄS	FDK	RTKG	RKGÄ
Cimrmanova raná	CZ	CZ	2012	31,4	3,3	37,9	23,9	43,4
Turandot	CZ	CZ	2012	30,8	3,6	44,2	29,9	52,5
Dagmar	CZ	CZ	2012	29,7	4,0	41,6	36,1	50,5
Sakura	CZ	CZ	2007	31,2	2,8	58,8	29,1	45,9
Alana	CZ	CZ	1997	46,9	3,8	50,0	34,0	50,7
Petrus		DE		39,8	3,3	52,6	37,2	50,7
Simila	CZ	CZ	2006	39,8	3,6	51,4	37,7	50,9
Elly	CZ	CZ	2010	38,4	4,1	51,3	33,5	56,1
Levis	EU	CH		41,1	4,1	52,8	27,8	51,4
Bohemia	CZ	CZ	2007	43,9	3,4	45,6	40,0	52,9
Solitär	EU	DE		53,3	3,7	52,8	35,2	53,2
Evina	CZ	EU	2012	39,1	3,9	49,0	39,0	58,4
Bazilika	EU	SK		41,9	4,1	55,3	36,4	53,0
Baletka	CZ	CZ	2008	43,8	4,0	43,5	40,1	55,5
Arina				44,4	4,0	52,3	37,2	58,0
Balada	EU	CZ		31,0	4,7	56,1	26,4	58,5
Aladin	CZ	DE	2010	38,1	4,6	55,7	37,4	57,1
Brilliant	CZ	DE	2009	48,0	3,9	50,7	42,2	57,0
Bardotka	EU	SK		46,2	4,7	54,8	34,4	58,7
Matylda	CZ	CZ	2011	52,4	4,7	49,5	39,0	61,4
Mulan	CZ	DE	2007	60,7	3,8	58,7	39,3	61,4
JB Asano	CZ	DE	2012	52,2	4,9	60,9	36,7	53,4
Princeps	CZ	DE	2012	57,1	4,4	50,7	43,3	59,2
Penalta	EU	CZ		70,6	4,3	64,3	37,3	60,4
Tiguan	CZ	FR	2012	58,9	4,1	64,3	37,8	64,3
Akteur	CZ	DE	2004	69,4	4,8	55,7	41,7	63,2
Potenzial	CZ	DE	2012	55,2	4,3	55,8	48,6	67,3
Privileg	EU	DE		77,4	4,4	57,8	40,7	66,4
Sultan	CZ	CZ	2008	82,8	4,3	56,7	44,8	63,6
Beduin	CZ	FR	2011	92,7	4,5	59,4	38,1	67,9
Henrik	CZ	DE	2010	65,7	5,4	57,1	42,1	62,0
Brentano	CZ	DE	2010	83,0	4,5	59,5	40,8	67,7
Carroll	CZ	NL	2011	89,5	4,2	63,5	42,0	64,8
Contra	EU	DE		76,0	5,2	69,5	40,1	63,6
Pannónia NS	EU	RS		72,7	5,2	76,5	38,7	63,9
SW Topper	EU	DE		66,0	5,1	67,1	41,0	69,3
KWS Ozon	CZ	DE	2012	82,2	5,0	56,2	48,0	68,2
Hewitt	CZ	NL	2012	93,9	4,5	65,9	46,6	67,9
Cubus	CZ	DE	2004	96,1	4,7	63,2	45,8	68,7
IS Karpatia	EU	SK		94,4	4,6	62,2	46,1	73,7
Samurai	EU	DE		126,9	5,4	75,9	38,3	70,6
Venistar	EU	SK		77,0	6,4	72,5	44,8	75,0
Sogood	EU	FR		89,6	6,0	74,8	42,7	71,9
Biscay	CZ	DE	2005	100,3	5,8	60,4	51,2	79,9
Seladon	CZ	CZ	2009	107,8	5,3	70,6	52,7	70,9
Buzogany	EU	HU		109,3	5,6	76,0	49,0	73,8
Altigo	CZ	FR	2011	128,9	5,8	80,0	61,0	80,6
2010				62,4	4,7	69,9	38,5	65,0
2011				73,7	5,0	55,8	47,6	68,8
2012				56,9	3,8	47,9	33,4	50,6
Mittelwert				64,8	4,5	58,3	39,9	61,6

signifikant geringer als bei den derzeit kommerziell genutzten Sorten (43,3%), Spelzweizen (42,6%) oder alten Landsorten (33,8%). Die größte Variabilität bei der Reduzierung des Korngewichts wurde bei Genotypen der Arten *T. monococcum* und *T. dicoccum* festgestellt. Relativ niedrige Werte zeigten auch die beiden Hochzuchtsorten 'Vánek' und 'Trappe'. Die festgestellten Unterschiede zwischen modernen und älteren Sorten stehen in Einklang mit anderen Untersuchungen. Die dichte Umschließung des Korns durch dickere Spelzen kann eine effektive Barriere für das Pilzmyzel und somit einen passiven Resistenzfaktor darstellen, wodurch die etwas geringere Anfälligkeit von Spelzweizen erklärt werden könnte (BUERSTMAYR et al. 2003, SUCHOWILSKA et al. 2010). Ein weiterer Mechanismus einer passiven Resistenz kann eine lockere Ähre mit festen Spelzen und einer zarten Ährenspindel sein (BUERSTMAYR et al. 2003). Von praktischem Wert ist die Resistenz gegen FHB bei *T. dicoccum* Rudico, May Emmer, Weißer Sommer und Tábor, die auch einen hohen Eiweißgehalt ( $\geq 16\%$ ) aufweisen (CHRPOVÁ et al. 2013). Eine besonders interessante Resistenzquelle ist die Sorte 'Vánek', die auch eine ausgezeichnete Backqualität besitzt.

### Winterweizen

Die Ergebnisse der Winterweizenprüfungen sind in *Tabelle 2* angeführt. Das höchste Resistenzniveau wurde bei den Sorten 'Cimmanova raná', 'Turandot', 'Dagmar', 'Saku-

ra', 'Alana' und der Kontrollsorte 'Petrus' festgestellt. Der niedrigste DON-Gehalt konnte bei 'Dagmar', 'Turandot', 'Balada' und 'Sakura' beobachtet werden. Die höchste DON-Akkumulation ( $>100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) wurden bei 'Biscay', 'Seladon', 'Buzogány', 'Samurai' und 'Altigo' beobachtet. Diese Sorten waren auch in den anderen Merkmalen als anfällig bewertet. Die in der Tschechischen Republik gezüchteten Sorten weisen ein statistisch signifikant höheres Resistenzniveau auf als die registrierten, ausländischen Sorten oder die auf Grundlage des Gemeinsamen Sortenkatalogs angebauten Sorten. Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass es im bestehenden Winterweizensortiment für die Landwirte sehr wohl die Möglichkeit gibt Sorten mit einem höheren Resistenzniveau gegen Ährenfusariose zu wählen. Vor allem in Risikogebieten sollen v.a. bei Vorfrucht Mais und bei Minimalbodenbearbeitung resistenterer Sorten zum Einsatz kommen.

### $F_1$ -Hybride

Bei den geprüften  $F_1$ -Hybriden wurde hinsichtlich der FHB Symptome und des DON-Gehaltes eine im Vergleich zum Elterndurchschnitt höhere Resistenz festgestellt. Wie aus *Tabelle 3* ersichtlich ist, erreichte die *mid-parent* Heterosis bei allen Hybriden negative Werte. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch BUERSTMAYR et al. (1999) bei der Bewertung der Intensität des Ährenfusariose-Befalls an Nachkommen europäischer Weizensorten in der  $F_1$ . Der

**Tabelle 3: Heterosis in der  $F_1$  in Bezug auf das Elternmittel (MPH) bzw. auf den resistenteren Elter (BPH) für die Merkmale DON Gehalt ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) und Ährenbefalls (ÄS, %).**

**Table 3: Mid-parent (MPH) and better-parent (BPH) heterosis of  $F_1$  with respect to DON content ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) and Fusarium infected spikelets (ÄS, %).**

Saatelter	Pollenelther	DON	MPH	BPH	ÄS	MPH	BPH
Bakfis	Cubus	16,69	-55,6	-5,7	10,83	-28,6	-17,0
Bakfis	Elly	17,25	-37,7	-5,1	14,56	-25,2	-13,3
Federer	Sakura	21,94	-28,6	-27,4	17,22	-4,8	-4,2
Bakfis	Bohemia	24,09	-21,8	1,7	14,83	-15,7	-13,0
Bakfis	Biscay	25,03	-79,4	2,7	20,33	-23,4	-7,5
Bakfis	Sakura	26,78	-10,3	4,4	13,78	-10,9	-7,7
Bakfis	Petrus	27,89	-20,4	5,5	9,61	-17,4	-16,5
Sakura	Petrus	28,03	-34,9	-23,8	13,06	-10,7	-8,4
Bakfis	Federer	35,24	-0,6	12,9	16,39	-8,9	-6,3
Bohemia	Petrus	39,91	-31,9	-29,6	12,22	-17,4	-13,9
Petrus	Elly	40,40	-40,4	-33,7	14,94	-23,9	-11,2
Sakura	Bohemia	41,92	-18,7	-9,9	15,83	-11,5	-5,6
Federer	Bohemia	43,48	-15,9	-5,8	21,33	-6,6	-1,3
Federer	Elly	43,76	-24,6	-5,6	28,83	-8,3	6,2
Bohemia	Elly	46,71	-31,8	-22,8	26,33	-16,1	-6,9
Federer	Petrus	49,61	-12,1	0,3	14,39	-10,0	-8,3
Sakura	Cubus	51,67	-35,4	-0,1	30,61	-5,6	9,2
Petrus	Biscay	58,32	-72,0	-15,8	21,33	-21,6	-4,8
Federer	Cubus	63,94	-21,8	14,6	25,56	-11,3	2,9
Sakura	Biscay	70,42	-48,7	18,6	35,00	-5,6	13,6
Sakura	Elly	73,25	3,6	21,4	20,33	-16,2	-1,1
Elly	Cubus	74,81	-30,0	-12,6	26,50	-24,8	-24,5
Bohemia	Cubus	75,68	-20,2	6,2	32,56	-9,6	-0,7
Federer	Biscay	80,88	-37,0	31,6	37,11	-4,1	14,4
Petrus	Cubus	82,75	-15,4	8,6	29,89	-8,7	3,8
Bohemia	Biscay	120,83	-7,1	51,4	43,53	-2,9	10,3
Elly	Biscay	128,26	-8,7	40,8	38,89	-16,8	-12,8
Cubus	Biscay	128,98	-25,4	6,7	43,80	-11,6	-7,2
Mittelwert		54,95	-28,0		23,20	-13,5	-4,7

Heterosiseffekt wird offensichtlich durch die Anwesenheit verschiedener Gene bei den Elternsorten hervorgerufen.

Sorten, die in langfristigen Versuchen ein vergleichbares Resistenzniveau erreichten, unterschieden sich jedoch (insbesondere beim DON-Gehalt) in der allgemeinen Kombinationsfähigkeit (GCA). Diese war am höchsten und sehr bedeutend bei 'Bakfis' (-29,6\*\*) und unbedeutend bei 'Sakura' (-9,4) und 'Petrus' (-7,6\*). Die spezifische Kombinationseignung (SCA) war am höchsten bei den Hybriden von 'Bakfis' mit den anfälligen Sorten 'Cubus' und 'Biscay'. Auf Grundlage der *better-parent* Heterosis wurde beim DON-Gehalt eine stärkere Ausgeglichenheit bei Hybriden mit der Sorte 'Bakfis' festgestellt, demgegenüber jedoch eine deutlich spezifische Reaktion nach der Kreuzung mit den Sorten 'Sakura', 'Petrus' und 'Federer' (Tabelle 3). Es zeigt sich, dass die Wahl einer geeigneten Elternsorte (mit einer hohen GCA) den Selektionserfolg eines FHB resistenten Hybriden bedeutend erhöhen kann. Eine hohe SCA ist für die Auswahl der Hybriden, die für eine Verbesserung des gesamten FHB Merkmalkomplexes in Frage kommen, entscheidend. Die Ergebnisse ermöglichen sowohl eine Elternauswahl für Kreuzungen bei denen Transgressionen in der aufspaltenden Nachkommenschaft genutzt werden können, als auch direkt die Möglichkeit der Nutzung der Heterosis bei der Schaffung von Hybridweizen.

## Danksagung

Die Untersuchungen erfolgten im Rahmen des Projekts QJ 1210189, sowie mit Unterstützung des Ministeriums

für Landwirtschaft der Tschechischen Republik (Nr. 0002700604).

## Literatur

- BUERSTMAYR H, LEMMENS M, BERLAKOVICH S, RUCKENBAUER P, 1999: Combining ability of resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) in the F<sub>1</sub> of a seven parent diallel of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica 110, 199-206.
- BUERSTMAYR H, BAN T, ANDERSON JA, 2009: QTL mapping and marker-assisted selection for Fusarium head blight resistance in wheat: a review. Plant Breed 128, 1-26.
- BUERSTMAYR H, STIERSCHNEIDER M, STEINER B, LEMMENS M, GRIESSER M, NEVO E, FAHIMA T, 2003: Variation for resistance to head blight caused by *Fusarium graminearum* in wild emmer (*Triticum dicoccoides*) originating from Israel. Euphytica 130, 17-23.
- CHRPOVÁ J, ŠÍP V, ŠTOČKOVÁ L, STEHNO Z, CAPOUCHOVÁ I, 2013: Evaluation of resistance to Fusarium head blight in spring wheat genotypes belonging to various *Triticum* species. Czech J Genet Plant Breed 49, 149-156.
- MESTERHÁZY Á, 1997: Methodology of resistance testing and breeding against Fusarium head blight and deoxynivalenol contamination and their consequences for breeding. Cer Res Com 25, 631-637.
- SUCHOWILSKA E, KANDLER W, SULYOK M, WIWART M, KRŠKA R, 2010: Mycotoxin profiles in the grain of *Triticum monococcum*, *Triticum dicoccum* and *Triticum spelta* after head infection with *Fusarium culmorum*. J Sci Food Agric 90, 556-565.