

VĚDECKÝ
ČASOPIS



Genetika a šlechtění

1

ROČNÍK 27 (LXIV)
PRAHA 1991
CS ISSN 036-5394

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: ing. Martin Užík, CSc. (předseda), doc. ing. Jiří Foltýn, DrSc., ing. Oldřich Chloupek, DrSc., ing. Alois Jirsák, CSc., RNDr. Milan Neštický, CSc., ing. Josef Pešek, DrSc., ing. Marie Rasochová, CSc., prof. ing. Jan Rod, DrSc., ing. Václav Šíp, CSc., ing. Jaroslav Špunar, CSc., RNDr. Dana Šubová, CSc., ing. Jaroslav Tupý, DrSc., ing. Alžběta Žofajová.
Vedoucí redaktorka RNDr. Marcela Braunová

OBSAH

Hartmann J., Niederle J., Rod J.: Srovnání metod pro hodnocení neortogonálních sérií odrůdových pokusů	1
Šíp V., Amler P., Bobková L., Škorpík M.: Uplatnění genů krátkostébelnosti v programu šlechtění potravinářské pšenice	7
Vaculová K.: Analýza výnosových složek kříženců krmného ječmene jarního s ozimým	19
Macháň F., Vybíralová M.: Metody nepřímé selekce ve šlechtění ovsa	29
Dreiseitl A.: Analýzy populace padlí travní (<i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>hordei</i>)	39
Zadina J.: Klasifikace kombinací křížení bramborů z hlediska jejich vhodnosti pro šlechtění na rezistenci proti <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary na hlízách v polních podmínkách	47
Šimko I.: Vplyv fyziologického veku púčika a zvýšenej dávky dusíka na rast zemiakov <i>in vitro</i>	61
Hubáčková M.: Tolerancia viniča odrody Auxerois blanc voči zimným mrazom	71

PŘÍLOHA

Piršelová B.: Hybridní šlechtění žita	I
---	---

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Chloupek O.: 1. zasedání šlechtitelů v Brně	28
Rod J.: Devátá letní škola biometrie	78

ŽIVOTNÍ JUBILEA

Rod J., Pešek J.: Šedesátiny prof. RNDr. Jana Voždy, DrSc.	37
---	----

RECENZE

Petrovic J.: J. Boháč a kol. - Šľachtenie rastlín	18
Foltýn J.: E. L. Smith (Ed.) - Genetic improvement in yield of wheat	70

CONTENTS

Hartmann J., Niederle J., Rod J.: Comparison of methods for evaluation of non-orthogonal series of field variety trials	1
Šíp V., Amler P., Bobková L., Škorpík M.: Reduced height genes in the bread wheat breeding programme	16
Vaculová K.: Analysis of yield components in hybrids between feed spring and winter barley	26

COMPARISON OF METHODS FOR EVALUATION OF NON-ORTHOGONAL SERIES OF FIELD VARIETY TRIALS

Jiří HARTMANN, Josef NIEDERLE, Jan ROD

*Research Institute of Agroecology and Soil Management, 664 62 Hrušovny near Brno
Czechoslovakia*

An important part of a breeding process are performance trials of progenies in the framework of individual selection steps, let us say variety trials, in which the performance of newly bred varieties in comparison with assortment of registered varieties is compared. Typical of such experiments are space and time repetition. Non-orthogonal experimental series are involved, analysis of which brings certain complications.

Different solutions have been proposed. Yates and Cochran (1938) formulated general principles of evaluation and pointed out that different experimental errors should be observed as a consequence of nonhomogeneity of components of interaction of varieties with years and sites. A mathematical solution of experiments in several years, together with an example, was published by Neumann et al. (1984). A nonconventional solution was presented by Fasoulas (1983), the basis of which is provided by the frequency of means, from which the mean of a given variety differs. Schwarzbach (1984) developed an iterative method, which eliminates the effects of yield gradients in experiments. It is based on the evaluation of differences between neighbouring plots and makes it possible to cope with unbalanced experiments. It can be used for any experimental design with repetition and gives better results especially under conditions with significant trends. Hill, Jr. and Rosenberger (1985) compared several methods for the evaluation of experimental half-series and found a linear unbiased prediction to be most suitable, in which variances of varieties and environment were estimated by means of unbalanced two way analysis of variance.

Considerable attention has been paid to the solution of such situations in the literature. Recent procedures have been recommended as effective, based on estimations of means, on least squares method and on the ANOFT method (Schwarzbach, 1984). They are promoted in a series of papers and as the author himself writes (Schwarzbach, 1985), it weights the estimates gained by means of the method of least squares and of simple means.

On the basis of these facts we decided to verify the effectivity of these methods by means of thirty-member sets, using the Monte Carlo simulation method. These simulations were executed for the linear model

$$y_{ij} = v_i + l_j + e_{ij}$$

where: y_{ij} - the analysed quantity, usually performance
 v_i - the mean of i -th tested variant (variety)
 l_j - the random effect of j -th block (location, site)
 e_{ij} - experimental error $\in (0,2; 100)$

It is an experiment without repetitions with missing data. In all cases the same design of experiments (see Fig. 1) with a random error was used.

		L O C A T I O N																			
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
V	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
A	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
	6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
	7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
I	9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
T	13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	16												x	x	x	x	x	x	x	x	x
Y	17												x	x	x	x	x	x	x	x	x
	18												x	x	x	x	x	x	x	x	x
	19												x	x	x	x	x	x	x	x	x
	20												x	x	x	x	x	x	x	x	x

1. Layout of experiment

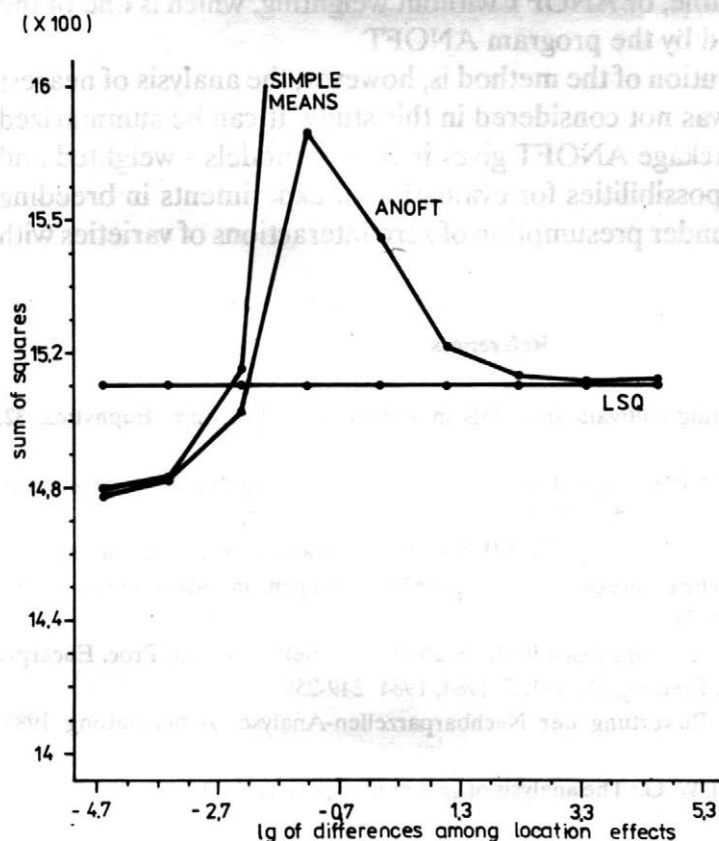
The result of simulations are summarized in Tab. I, which comprises sums of squares of deviations for individual method and chosen values of differences between sites. These results are given in Fig. 2. On the basis of these results it is possible to state:

The results show that very low differences between the sites do not influence the precision of results. The precision of the method of simple means deteriorates with the increase of differences between sites. The ANOFT method, which according to its author weights these two methods,

approaches in the case of small differences between sites the method of simple means, while in the case of high differences between sites in approaches the least squares method.

I. Results of simulation (sum of squares of deviations for individual method and chosen value of differences among locations Δb)

Δb	SIMPLE MEANS	ANOFT	LSQ
0.01	1,477.18	1,479.47	1,510.71
0.03	1,482.18	1,482.67	1,510.71
0.10	1,515.54	1,502.63	1,510.71
0.30	1,745.76	1,586.23	1,510.71
1.00	4,126.58	1,555.07	1,510.71
3.00	24,428.90	1,522.40	1,510.71
10.00	252,987.00	1,513.83	1,510.71
30.00	225,601.00	1,512.13	1,510.71
100.00	25,016,000.00	1,512.41	1,510.71



2. Efficiency of different method of evolution

As is commonly known, the least squares method gives, under a presumption of the validity of a known model with fixed effects, the most precise unbiased linear estimates. The method of simple means coincides as a matter of fact with the method of least squares under an *a priori* assumption of zero differences between sites. When the differences between sites are really zero, this method gives the most precise unbiased linear estimates. When these effects are sufficiently small, but not zero, the method of simple means gives more precise estimates than the method of least squares, but these estimates are biased with respect to included sites. Assuming site effects to be fixed, it is then a question of access of the experimentator, which one he will prefer. In variety trials, site effects are usually considered to be random, and estimates by simple means are not biased (with respect to all possible sites).

The ANOFT method can be considered a compromise solution. It is usable in practice for experimental situations, when the differences between sites are small. For large differences between sites, the method of least squares is most suitable, or ANOFT without weighting, which is one of the possibilities provided by the program ANOFT.

The main contribution of the method is, however, the analysis of nearest neighbours, which was not considered in this study. It can be summarized that the program package ANOFT gives in its two models - weighted and unweighted - good possibilities for evaluation of experiments in breeding and variety testing, under presumption of zero interactions of varieties with sites.

References

- FASOULAS, A. C.: Rating cultivars and trials in applied plant breeding. *Euphytica*, 32, 1983: 939-943.
- HILL, Jr., R. R. - ROSENBERGER, J. L.: Methods for combining data from germplasm evaluation trials. *Crop Sci.*, 25, 1985: 467-470.
- NEUMANN, H. - BIELKA, F. - CLEMENS, M.: Verfahren zur Beurteilung von Merkmalswerten langjährig diskontinuierlich geprüften Sippen in Sortimenten. *Arch. Züchtforsch.*, 14, 1984: 85-94.
- SCHWARZBACH, E.: A new approach in the evaluation of field trials. In: *Proc. Eucarpia Meeting, Cereal Section, Freising*, 28. 2.-1. 3. 1984, 1984: 249-259.
- SCHWARZBACH, E.: Bewertung der Nachbarparzellen-Analyse. *Arbeitstatung* 1985, Gumpenstein.
- YATES, F. - COCHRAN, W. G.: The analysis of groups of experiments. *J. agric. Sci.*, XXVIII, 1938, Part IV: 556-580.

Arrived for publication August 24, 1990

J. Hartmann, J. Niederle, J. Rod (Výzkumný ústav ekoagrotechniky,
Hrušovany u Brna)

Srovnání metod pro hodnocení neortogonálních sérií odrůdových pokusů

Neortogonální série odrůdových pokusů byly hodnoceny třemi metodami: 1. výpočtem prostých průměrů; 2. metodou nejmenších čtverců a 3. metodou ANOFT (vážený mód). Experimentální data byla simulována metodou Monte Carlo. Vhodnost zmíněných metod byla odhadnuta součtem čtverců odchylek vypočtených odhadů od skutečných středních hodnot. Bylo zjištěno, že jsou-li rozdíly mezi lokalitami malé, nejlepší odhady byly získány pomocí prostých průměrů a metody ANOFT, jsou-li rozdíly mezi lokalitami velké, nej přesnější odhady byly získány metodou nejmenších čtverců a metodou ANOFT, v ostatních případech byly nej přesnější odhady získány metodou nejmenších čtverců.

odrůdové pokusy; neortogonální série; srovnání metod hodnocení

Upozornění pro přispěvatele a čtenáře časopisu

GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ

Pro větší přiblížení našeho časopisu zahraničním čtenářům rozhodla redakční rada časopisu počínaje ročníkem 27 (1991) uveřejňovat v každém čísle časopisu (v průměru prvních 20 stran)

vědecké práce v anglickém jazyce.

Práce musí být do redakce zaslány již v angličtině (za jazykovou správnost odpovídá autor) a mohou je zasílat autoři tuzemští i zahraniční.

Dále naše autory upozorňujeme, že příspěvky uveřejňované v češtině či slovenštině musí být doplněny rozšířeným anglickým resumé (s odkazy na tabulky a obrázky) a překlady tabulek a obrazových příloh do angličtiny.

Doufáme, že toto opatření se setká s příznivým ohlasem jak autorů, tak i čtenářů našeho časopisu.

To "GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ" contributors and readers

To reach broader international coverage, our Editors decided that the first 20 pages (on an average) of our journal be in the **English language**, starting from the 27th volume.

The scientific papers are to be delivered in English (the authors is responsible for the correctness) and can be sent by both home and foreign authors.

We would also like to draw our authors' attention to the fact that the treatises in Czech or Slovak should include extended summaries in the English language (with references to tables and figures) as well as the English translations of tables and figure appendixes.

We hope that this measure will find favour with both authors and readers of our journal.

UPLATNĚNÍ GENŮ KRÁTKOSTĚBELNOSTI V PROGRAMU ŠLECHTĚNÍ POTRAVINÁŘSKÉ PŠENICE

Václav ŠÍP, Pavel AMLER¹, Ludmila BOBKOVÁ¹, Miroslav ŠKORPÍK

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha-Ruzyně

¹Šlechtitelská stanice, 538 32 Úhřetice

Testem reakce na aplikovaný giberelin byla posuzována frekvence citlivých (*Rht*-), necitlivých (*Rht*+) a slabě necitlivých (*Rht*±) genotypů (generace F₅-F₇) vybraných v programu šlechtění potravinářské pšenice. Šlechtitelsky významné znaky byly hodnoceny u 20 kříženců. Zdroji genů krátkostěbelnosti byly převážně anglické odrůdy (*Rht* 2) a dále některé povolené československé odrůdy (*Rht* 1 či nezjištěné geny) a šlechtitelské linie. Byla potvrzena vhodnost zaměření výběru na střední délku rostliny (úroveň odrůdy Viginta) s orientací na kombinace rodičů lišících se v reakci na giberelin a v genetickém založení délky rostliny. Výnosově se neprosadily kříženci s nižší průměrnou délkou rostliny (oba rodiče s *Rht*+ geny). Reakce na giberelin nebyla v globálním hodnocení znaků rozhodující. Podstatně větší byla rozdílnost kříženců. Průměrný výnos zrna u 261 linií byl na úrovni špičkových standardních odrůd Zdar a Viginta. Výnos obou standard překonalo 11 z 20 kříženců. Přítomnost *Rht* genů s necitlivostí na giberelin neovlivnila negativně ukazatel pekařské jakosti zrna, kterým je SDS sedimentační objem. Rovněž odolnost k chorobám (padlí travní, rez plevová) a mrazuvzdornost byly na úrovni standardních odrůd nebo i vyšší. Zastoupení necitlivých a slabě necitlivých genotypů bylo 41,8%. Výběr na necitlivost ke giberelinu se ukazuje výhodný při použití pekařsky jakostních rodičů (i donorů *Rht*+ genů), kdy výkonnost může být limitující. Pro studované středoevropské podmínky se nabízí využití *Rht* genů necitlivosti s menším efektem na zkrácení délky rostliny (*Rht* 1, 1S).

pšenice ozimá; šlechtění na výnos a potravinářskou jakost; giberelinový test; geny krátkostěbelnosti

V programech šlechtění pšenice se rozšiřuje využití genů krátkostěbelnosti (zakrslosti), jejichž přítomnost je spojena s necitlivostí na aplikovaný giberelin (GA). Rychlý giberelinový test (Gale, Gregory, 1977; Šíp et al., 1986) umožňuje výběry rostlin na přítomnost genů *Rht* 1 a 2 (z Norin 10), *Rht* 1S (Saitama 27), *Rht* 3 (Tom Thumb), *Rht* 10 (Ai-bian 1) a *Rht* 11 (Karlik 1). Z *Rht* genů citlivosti na giberelin doznal nejširšího uplatnění gen *Rht* 8 (Akakomugi).

Na základě šetření u širšího sortimentu odrůd pšenice (Š k o r p í k et al., 1989) bylo zjištěno, že materiály necitlivé na giberelin se vyskytují přibližně ze 40 %. Převládají v programech šlechtění v Mexiku, USA i Velké Británii, kde jsou využívány ve značné míře geny z odrůdy Norin 10 (G a l e et al., 1981). Ovšem i v mnohých státech jižní Evropy (Jugoslávie, Rumunsko, Maďarsko) jsou v převaze necitlivé genotypy. Podle přehledu, který uveřejnil W o r l a n d (1986), je u jugoslávských pšeníc častý výskyt genu *Rht 1S* (Saitama 27), obvykle v kombinaci s genem *Rht 8*. V Rumunsku je u necitlivých materiálů častý výskyt genů z odrůdy Norin 10, v Maďarsku jde o různé geny krátkostébelnosti. V SSSR i v některých dalších státech je využíván také gen *Rht 11* z odrůdy Karlik 1 (mutant odrůdy Bezostá 1) (L y f e n k o , 1987). Relativně nižší je dosud výskyt necitlivých genotypů v Polsku, Československu, SRN a SSSR. V československém sortimentu povolených odrůd pšenice jsou necitlivé na giberelin odrůdy: Iris (rok povolení 1983), Danubia (1984), Sandra (1984), Agra (1985), Branka (1988), Butin (1988), Sparta (1988) a Ilona (1989).

Záměrným výběrem necitlivých genotypů (*Rht 2*) v raných hybridních generacích lze zvýšit frekvenci vhodných, vysoce produktivních typů (Š í p et al., 1988). Vysoký výnos měly linie s genem krátkostébelnosti *Rht 2*, které byly ranější než odrůda Zdar a ve výšce rostliny byly na úrovni odrůdy Viginta (B o b k o v á et al., 1988). Linie necitlivé na giberelin (*Rht 2*) dosáhly největší počet zrn na plochu, avšak výnos zrna snižovala hmotnost 1000 zrn, která byla nižší než u delších genotypů (Š í p et al., 1990). Přítomnost genu krátkostébelnosti *Rht 2* neovlivnila hodnoty sedimentačního testu pekařské jakosti zrna. Podobně G a l e a Y o u s s e f i a n (1985) uvádějí, že znaky pekařské jakosti nebývají ovlivněny; obsah bílkovin v zrna je však nižší.

Cílem předložené práce je zjistit frekvenci citlivých a necitlivých genotypů pomocí giberelinového testu a vyhodnotit výsledky programu šlechtění pšenice ozimé na výnos a potravinářskou jakost zrna.

MATERIÁL A METODY

Pokusný materiál tvořilo dvacet kříženců, zahrnutých do šlechtitelského programu ve Šlechtitelské stanici Úhřetice. Křížení bylo prováděno se záměrem vhodně zkombinovat vlastnosti rodičů tak, aby byly vytvořeny předpoklady pro dosažení vysoké výkonnosti, pekařské jakosti zrna, odolnosti k chorobám aj. Údaje o rodičích přináší tab. I. Z použitých 29 rodičů bylo 15 necitlivých na aplikovaný giberelin. Hodnocené kombinace křížení měly vždy alespoň jednoho rodiče s necitlivostí na giberelin.

I. Charakteristika použitých rodičů - Characteristics of parents

Odrůda (linie) ¹	Země původu ²	Necitlivost na giberelin ³	Délka rostliny [cm] ⁴	Dobré vlastnosti ⁵
Brimstone	GBR	+(Rht 2)	95	S
Avalon	GBR	+(Rht 2)	90	S, P, J
Galahad	GBR	+(Rht 2)	92	N, S, E
Norman	GBR	+(Rht 2)	95	S
Rendezvous	GBR	+(Rht 2)	105	C, E, S
Brock	GBR	+(Rht 2)	102	N, P, S
Longbow	GBR	+(Rht 2)	95	E, S, V
Moulin	GBR	+(Rht 2)	95	S
Mir. nízkor. DUO*	CSK		100	J
Balkan	YUG		100	M
Miras	DEU		125	J, M, R, S
VS 74-709	GBR	+	105	V
VS 74-713	GBR	+	100	G, V
Lutescens 9866	SUN		120	J
Danubia	CSK	+(Rht 1?)	82	R
Iris	CSK	+(Rht 1)	92	R, S, V
Ilona	CSK	+(Rht 1)	93	V, J
Hana	CSK		95	J
Branka	CSK	+	94	N, F, G, S, J
BR 1193	CSK	+	95	S, J
ST 17	CSK		115	V, S
UH 677a	CSK		120	V, C, H, G, S
UH 710a	CSK		120	S, G, H, M
UH 767-VII	CSK		115	V, S, G
UH 5061a	CSK		130	N, R, S, G, H, M
UH 5062a	CSK		125	H, Y, S, G, V
UH 5064b	CSK		120	L, Y, S, G, H
UH 4092a	CSK		120	V
UH 715	CSK		115	H, S, V, M

*Mirovnovská nízkorostlá DUO-dvoukláskový mutant (Foltýn, 1989)

¹variety (line); ²country of origin; ³insensitivity to gibberellin; ⁴plant length [cm]; ⁵good characters

Označení dobrých vlastností rodičovských odrůd - Marking the parental varieties' good characters:

C - stéblolam - stem breaking

E - padlí travní - powdery mildew

F - *Fusarium* sp.

G - rez travní - stem rust

N - *Septoria nodorum*

P - porůstání - grain sprouting

R - rez pšeničná - leaf rust

H - hmotnost 1000 zrn - 1000 grain weight

J - jakost pekařská - bread-making quality

L - obsah lepku, př. bílkovin - gluten or protein content

M - mrazuvzdornost - frost hardiness

S - rez plevová - yellow rust

V - výnos zrna z plochy - grain yield per area unit

Y - ranost - earliness

Šlechtitelský postup zahrnoval nejprve individuální výběr rostlin v generaci F_2 - F_4 . Při výběru rostlin se vycházelo z poznatku (B o b k o v á et al., 1988), že při použití rodičů s geny *Rht* a necitlivostí na giberelin jsou perspektivní typy se střední délkou stébla (úroveň odrůdy Viginta). Jeden kříženec zahrnoval 500-1500 rostlin. Celkový počet vybraných rostlin z 20 kříženců byl 16 219.

Potomstva rostlin - kmeny - byly vysety na parcely o velikosti 1,25 m² (výsevek 240 zrn na parcelu). Za vegetace byly výběrovými hledisky vhodnost morfortypu a další pozitivní vlastnosti, jako odolnost k vyzimování, nepoléhavost, vhodná ranost, dobrý zdravotní stav, vyrovnanost v délce rostliny a morfologických znacích (s negativní selekcí). U sklizených 1665 kmenů (10,4 %) byly posuzovány znaky: výnos zrna, hmotnost 1000 zrn a sedimentační objem v prostředí SDS. Vybrané genotypy (V_1) byly vysety na parcely o velikosti 10 m² (výsevek 400 zrn/m²). Jsou předloženy výsledky hodnocení celkového počtu 261 linií (1,61 % z počtu rostlin) ve vegetačním roce 1988-1989. Vegetační období lze charakterizovat rychlým nárůstem biomasy v srážkově i teplotně nadprůměrném jarním období. Délka rostlin u standardních odrůd se zvýšila k průměru předchozích let o 10-15 %. Suché a teplé počasí před sklizní způsobilo u standard a pozdějších linií zasychání zrna, a tím i snížení hmotnosti 1000 zrn. Úhrn srážek za vegetační období činil 599 mm a průměrná teplota byla 9,50 °C (padesátiletý průměr v lokalitě Uhřetice je 588 mm a 8,84 °C).

Jako standardy byly v pokusech zařazeny vysoce výkonné československé odrůdy pšenice ozimé Zdar a Viginta.

Hodnoceny byly následující znaky:

- výnos zrna [g/m²],
- hmotnost 1000 zrn [g],
- sedimentační objem SDS [ml] podle postupu, který upravil H ý ž a (1986),
- mrazuvzdornost - metodou, kterou modifikoval K o c h (1977) (stupnice 1-9; 9 - mrazuvzdorná),
- napadení padlím travním v době metání podle procenta zasažení listové plochy (1-9; 9 - nenapadeno),
- odolnost ke rzi plevové hodnocená u části materiálu v infekční školce (1-9; 9 - nenapadeno).

Ze sklizeného osiva vybraných linií (generace F_5 - F_7) bylo odebráno 100 zrn na testování reakce na aplikovaný giberelin (G a l e, G r e - g o r y, 1977; Š í p et al., 1986). Bylo možné rozlišit tři typy reakce: *Rht* + (necitlivost na giberelin); *Rht* ± (slabší necitlivost, projevující se větším

prodloužením rostlin, ale bez typického odklonu listů a padání rostlin); *Rht*- (citlivost na giberelin - zřetelná reakce). Ve 43 případech z celkového počtu 261 byl pozorován ojedinělý výskyt rostlin s odlišnou reakcí.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Dosažené výsledky jsou sumarizovány v tab. II. Opětne byla prokázána vhodnost zaměření výběru na středně dlouhé typy; v daném roce s průměrnou délkou rostliny 115 cm (Zdar - 125 cm, Viginta - 110 cm). S přihlédnutím k délce rostliny u standardních odrůd Zdar a Viginta je to v dlouholetém průměru délka přibližně 100 cm.

Do V_1 neprošly původně zařazené kratší genotypy. U kříženců s průměrnou délkou rostliny pod 110 cm (obvykle oba rodiče s *Rht* geny necitlivosti na GA) byl výnos zrna nižší (Ilona/Rendezvous; Ilona/Moulin; BR 1193/Longbow). Podprůměrná byla vždy hmotnost 1000 zrn. U těchto kříženců bylo rovněž nízké procento V_1 z celkového počtu rostlin, což svědčí o nižší výchozí úrovni a nižší efektivnosti výběru. Nejvyšší procento vybraných V_1 genotypů bylo u kříženců Galahad/UH 5061a/UH 5061a, Hana/Galahad, Norman/Mironovská nízkorostlá DUO a Iris/Uh 5061a.

V celkovém průměru byl dosažen u 261 linií výnos zrna na úrovni špičkových standard, kterými jsou Zdar a Viginta. Výnos obou standard překonalo 11 z 20 kříženců. To nepochybně svědčí o vhodném zaměření na kombinace rodičů lišících se v reakci na aplikovaný giberelin a v genetickém založení délky rostliny. Je zřejmě lepší možnost rekombinování vloh pro získání potřebné výkonnosti, potravinářské jakosti a vhodné reakce na prostředí. Volba rodičovských párů měla vliv na projev všech sledovaných znaků. Vliv rozdílnosti v reakci na giberelin nelze při celkovém hodnocení považovat za rozhodující.

Ve shodě s předchozími šetřeními (Š í p et al., 1990) se ukazuje, že přítomnost *Rht* genů s necitlivostí na giberelin (+ reakce) neovlivňuje negativně ukazatel pekařské jakosti zrna, kterým je SDS sedimentační objem. Obsah lepku, event. bílkovin sice nebyl předmětem studia, ovšem při zaměření na delší typy lze předpokládat minimální redukci (Š í p et al., 1988). Také hmotnost 1000 zrn překračuje i u kategorie *Rht* + průměrnou hodnotu obou standardních odrůd. V mrazuvzdornosti byla dosažena úroveň odrůdy Viginta (zvýšení oproti odrůdě Zdar) a v odolnosti k padlí travnímu úroveň standardních odrůd. Rezistence ke rzi plevové byla 6,75 (Zdar - 8, Viginta - 6).

II. Průměrné hodnoty znaků a zastoupení linií *Rht* + (necitlivé na giberelin), *Rht* ± (slabě Zdar a Viginta - Mean trait values for 20 winter wheat crosses (check varieties Zdar and (weak insensitivity) and *Rht*- (sensitivity)

Kříženec (kontrolní odrůda) ¹	% V ₁ z počtu rostlin ²	Počet linií ³		
		+	±	-
UH 677a /Mir. nízkor. DUO//Avalon/ Mir. nízkor. DUO	1,57	6	3	5
Norman/Mir. nízkor. DUO	3,66	9	9	12
Mir. nízkor. DUO//UH 4092a/Brimstone	1,96	2	2	13
UH 5062a/Brimstone//UH 5064b/Brimstone	1,64	3	3	20
Galahad/UH 5061a//UH 5061a/Danubia	1,78	1	-	9
Galahad/UH 5061a//UH 5061a	5,44	1	1	32
Hana/Galahad	4,42	3	7	17
ST 17/UH 715//Galahad	0,93	-	-	6
Lutescens 9866/Galahad	1,08	1	1	6
UH 5061a/Rendezvous	0,97	-	1	6
UH 767 VII/Rendezvous	1,14	-	3	4
Iris/UH 5061a	2,83	9	5	6
Miras/Iris	1,64	3	3	5
UH 710a/VS 74-713	1,26	4	4	1
Balkan/VS 74-709	0,58	-	1	3
BR 1193/VS 74-709	0,82	6	-	-
BR 1193/Longbow	0,74	3	-	2
Branka/Brock	1,49	4	4	1
Ilona/Rendezvous	0,56	2	1	4
Ilona/Moulin	0,40	3	1	-
Zdar (1936)	<i>n</i> = 115			
Viginta	<i>n</i> = 124			
<i>Rht</i> +	<i>n</i> = 60			
<i>Rht</i> ±	<i>n</i> = 49			
<i>Rht</i> -	<i>n</i> = 152			
Průměr 20 kříženců ¹⁰	<i>n</i> = 261			
Průměr celého pokusu ¹¹	<i>n</i> = 537			

necitlivé) a *Rht*- (citlivé) u 20 kříženců pšenice ozimé v porovnání se standardními odrůdami Viginta) and frequency of lines in the categories: *Rht*+ (insensitivity to gibberellin), *Rht*±

Délka rostliny cm ⁴	Výnos zrna ⁵ [g/m ²]	Hmotnost 1000 zrn ⁶ [g]	SDS sedimentační objem ⁷ [ml]	Mrazu- vzdornost ⁸ (1-9)	Napadení padlím trav- ním ⁹ (1-9)
123,4	932,8	48,6	65,2	4,65	6,72
111,5	790,7	46,3	45,1	4,90	7,27
123,4	808,6	44,7	59,9	4,82	7,12
114,5	845,6	46,6	40,8	4,69	7,04
118,1	774,3	44,2	38,6	4,40	6,50
123,0	803,3	45,3	48,2	4,53	7,35
117,9	763,2	43,9	52,8	5,33	7,15
111,0	837,0	41,8	47,3	5,17	7,50
111,4	861,5	43,4	40,1	4,50	7,38
121,7	838,0	47,0	46,7	5,14	7,28
118,3	819,9	40,0	36,9	5,14	7,29
116,5	847,1	43,0	40,6	5,25	6,95
118,3	815,8	42,1	49,6	5,09	7,18
106,4	621,8	41,4	42,2	5,11	8,00
121,5	791,8	49,0	47,3	5,24	7,00
101,0	761,0	35,7	54,5	4,83	6,33
103,2	681,4	40,4	43,0	4,80	7,00
110,2	762,2	37,3	56,1	4,78	7,56
98,7	669,7	36,0	48,3	5,14	7,86
100,0	637,2	35,3	52,3	4,50	6,75
125,0	779,6	40,0	45,0	3,00	7,00
110,0	783,3	40,8	46,0	5,00	7,00
109,5	780,5	41,7	48,3	4,88	7,05
116,5	777,5	43,7	49,0	4,99	7,31
118,0	808,3	44,8	47,4	4,85	7,17
115,8	798,6	43,9	47,9	4,88	7,17
115,3	788,5	43,6	48,3	3,25	7,06

¹hybrid (check variety); ²V₁ % of number of plants; ³number of lines; ⁴plant length; ⁵grain yield; ⁶1000 grain weight; ⁷SDS sedimentation volume; ⁸frost hardiness; ⁹powdery mildew infestation; ¹⁰average of 20 hybrids; ¹¹average of the whole experiment

Výběr zaměřený na větší délku rostliny vyústil v převahu genotypů s citlivostí na giberelin (152-/60+). Při začlenění slabší necitlivosti na giberelin ($\pm$) je procento necitlivých genotypů 41,8, podobně jako ve světové kolekci odrůd (Š k o r p í k et al., 1989).

Vedle kříženců, u nichž oba rodiče byly necitlivé na giberelin, převládaly necitlivé genotypy u křížence UH 677a/Mironovská nízkorostlá DUO//Avalon/Mironovská nízkorostlá DUO (při zahrnutí kategorie $\pm$ i u křížence Norman/Mironovská nízkorostlá DUO) a dále u kříženců Iris/UH 5061a a UH 710a/VS 74-713 (event. i Miras/Iris). Naproti tomu jednoznačně ve prospěch citlivých genotypů probíhal výběr u kříženců s anglickými odrůdami Galadah i Brimstone (*Rht* 2).

Nejlepší parametry ve výkonnosti i jakosti zrna (na základě SDS testu) vykázal kříženec UH 677a/ Mironovská nízkorostlá DUO// Avalon/Mironovská nízkorostlá DUO, kde jsou v převaze rodičovské odrůdy s dobrou jakostí zrna (zvláště Mironovská nízkorostlá DUO). I odrůda Avalon patří mezi nejjakostnější anglické pšenice. Ačkoliv je zastoupení tohoto genotypu v potomstvu pouze 25 %, bylo dosažení necitlivosti na GA zřejmě výhodné. Vybrané genotypy *Rht* + vykazovaly průměrný výnos zrna 960 g/m² a SDS sedimentační objem 67,3 ml (tab. III). Zařazení podobně jakostnějšího rodiče Brimstone (*Rht* 2) v kříženci Mironovská nízkorostlá DUO//UH 4092a/Brimstone vedlo k druhému nejvyššímu průměru v SDS testu: 59,9 ml (u kategorií *Rht* + a *Rht* $\pm$ dokonce 65,0 a 66,5 ml). Při použití odrůdy Brimstone v kombinaci s nepřliš jakostními, avšak výkonnými materiály UH 5062a a UH 5064b byly hodnoty SDS testu nižší a převaha genotypů citlivých na GA, s relativně vyšší jakostí zrna, byla evidentní (SDS test u kategorie *Rht* +: 31,0; u kategorie *Rht* -: 41,3 ml).

Dosažené výsledky poukazují na to, že v programech šlechtění potravinářské pšenice se výběr na necitlivost ke giberelinu uplatní zvláště při křížení pekařsky jakostních rodičů, kdy hendikepem bývá výkonnost genotypů. Je otázkou, zda se při výběru na komplex znaků projeví prokázaný pozitivní účinek genů z odrůdy Norin 10 (*Rht* 1 a 2) na hmotnost zrn na klas i výnos zrna (G a l e, Y o u s s e f i a n, 1985). Tab. III však naznačuje trend ke zvýšení výnosu zrna u necitlivých genotypů.

Při výběru na delší genotypy s *Rht* geny a necitlivostí na giberelin se v podmínkách střední Evropy nabízí využití genu *Rht* 1 či jiných genů s menším efektem na zkrácení délky rostliny. Podle údajů, které uveřejnil A l l a n (1989), se přítomnost genu *Rht* 1 (v porovnání s *Rht* 2) projevuje příznivěji na zakládání porostu (relativně delší koleoptile) i na objemovou

III. Průměrný výnos zrna a SDS sedimentační objem u kříženců s větším zastoupením linií v obou kategoriích: *Rht* + (necitlivost na giberelin), *Rht*- (citlivost na giberelin) - Mean grain yield and SDS sedimentation volume in hybrids with a higher frequency of lines in both categories: *Rht* + (insensitivity to gibberellin), *Rht*- (sensitivity to gibberellin)

Kříženc ¹	Výnos zrna ² [g/m ²]			SDS sedimentační objem ⁴ [ml]		
	<i>Rht</i> +	<i>Rht</i> -	pořadí ³	<i>Rht</i> +	<i>Rht</i> -	pořadí
UH 677a/Mir. nízkor. DUO// Avalon/Mir. nízkor. DUO	960	939	1	67,3	62,2	1
Norman/Mir. nízkor. DUO	796	800	12	45,8	46,2	13
Mir. nízkor. DUO// UH 4092a/Brimstone	786	818	9	65,0	58,1	2
UH 5062a/Brimstone// UH 5064b/Brimstone	840	841	4	31,0	41,3	16
Hana/Galahad	763	765	14	52,0	54,1	5
Iris/UH 5061a	843	812	3	37,8	44,0	17
Miras/Iris	832	818	8	47,0	48,8	7

¹hybrid; ²grain yield; ³rank; ⁴SDS sedimentation volume;

hmotnost zrna. Přitom oba geny měly přibližně stejný pozitivní vliv na výnos zrna. V našem programu byla selekce na přítomnost genu *Rht 1* úspěšná u kříženců s odrůdou Iris, z nichž Iris/UH 5061a vykazoval vysokou produktivitu, avšak nižší hodnotu sedimentačního testu jakosti zrna a Miras/Iris vyšší hodnoty sedimentačního testu při jen slabě sníženém výnosu zrna. Proto je efektivní uplatnění genu *Rht 1* ve šlechtění potravinářsky jakostních pšeníc zřejmě rovněž vázáno na jakost zrna u rodičovských odrůd a její předávání na potomstvo. Lze též předpokládat, že přednosti *Rht* genů necitlivosti na GA se efektivněji projeví, budou-li jako zdroje těchto genů použity domácí, adaptované odrůdy či linie.

Zastoupení genotypů necitlivých na giberelin v sortimentu československých odrůd pšenice narůstá (viz údaje o povolených odrůdách v úvodní části), přičemž jde vesměs o vysoce výkonné odrůdy s přijatelnou i dobrou jakostí zrna. Výsledky získané ze souboru kříženců vedou k závěru, že ne vždy má výběr na necitlivost v těchto podmínkách své opodstatnění. Ukazuje se, že předpokladem úspěšného výběru na necitlivost ke GA je použití pekařsky jakostních rodičovských odrůd (i donorů *Rht* + genů), kdy výkonnost může být limitující.

Literatura

- ALLAN, R. E.: Agronomic comparisons between *Rht 1* and *Rht 2* semidwarf genes in winter wheat. *Crop Sci.*, 29, 1989, s. 1103-1108.
- BOBKOVÁ, L. - ŠÍP, V. - ŠKORPÍK, M.: Využití metody detekce *Rht* genů pomocí giberelinu ve šlechtění pšenice. *Genet. a Šlecht.*, 24, 1988 č. 1, s. 65-74.
- FOLTÝN, J.: Hospodářské vlastnosti dvoukláskových mutantů a hybridů pšenice ozimé (*Triticum aestivum* L.). *Genet. a Šlecht.*, 25, 1989, č. 1, s. 47-56.
- GALE, M. D. - GREGORY, R. S.: A rapid method for early generation selection of dwarf genotypes in wheat. *Euphytica*, 26, 1977, s. 733-738.
- GALE, M. D. - YOUSSEFIAN, S.: Dwarfing genes in wheat. In: *Progress in plant breeding*. London, Butterworths 1985, s. 1-35.
- GALE, M. D. - MARSHALL, G. A. - RAO, M. V.: A classification of the Norin 10 and Tom Thumb dwarfing genes in British, Mexican, Indian and other hexaploid bread wheat varieties. *Euphytica*, 30, 1981, s. 355-361.
- HÝŽA, V.: Mikrosedimentační metoda hodnocení šlechtitelského materiálu pšenice. *Genet. a Šlecht.*, 22, 1986, č. 2, s. 117-122.
- KOCH, M. D.: Frostresistenzverhalten verschiedener Sorten von Gerste und Weizen nach variiert Dauer der Pflanzenjarowisation unter künstlichen Klimabedingungen. *Arch. Zücht. - Forsch.*, 7, 1977, s. 29-42.
- LYFENKO, S. F.: Polukarlikovyje sorta ozimoy pšenicy. Kiev, Urožaj, 1987, 192 s.
- ŠÍP, V. - ŠKORPÍK, M. - TÁBORSKÁ, J.: Metoda testování reakce na aplikovaný giberelin pro detekci genů zakrslosti u pšenice. *Genet. a Šlecht.*, 22, 1986, č. 2, s. 133-141.
- ŠÍP, V. - AMLER, P. - BOBKOVÁ, L. - ŠKORPÍK, M.: Efficiency of early generation selection for *Rht2* in a Czechoslovak wheat breeding programme. In: *Proc. 7th intern. Wheat Genet. Symp.*, Cambridge 1988, s. 1175-1180.
- ŠÍP, V. - ŠKORPÍK, M. - CHRPOVÁ, J.: Effects of *Rht 2* dwarfing gene on winter wheat traits. *Genet. a Šlecht.*, 26, 1990, č. 1, s. 7-12.
- ŠKORPÍK, M. et al.: Genotypy pšenice a geny zakrslosti. In: *Čs. rada genetických zdrojů kulturních rostlin*. Praha VÚRV 1989, 66 s.
- WORLAND, A. J.: Gibberellic acid insensitive dwarfing genes in Southern European wheats. *Euphytica*, 35, 1986, s. 857-866.

Došlo dne 5. 4. 1990

V. Šíp, P. Amler, L. Bobková, M. Škorpík (Research Institute for Crop Production, Praha-Ruzyně; Plant Breeding Station, Úhřetice Czechoslovakia)

Reduced height genes in the bread wheat breeding programme

The frequencies of insensitive (*Rht* +), less insensitive (*Rht* +-) and sensitive (*Rht* -) genotypes (generation F_5 - F_7) were evaluated in the bread wheat breeding programme by means of a seedling GA (gibberellic acid) response test. Important characters were determined in 20 winter wheat crosses. The GA insensitive dwarfing genes originated either from the British varieties

(*Rht 2*) or Czechoslovak varieties and advanced breeding lines (*Rht 1* or not identified genes) (Table I). It is clear from Table II that the overall mean grain yield and SDS sedimentation volume of selected lines reached the level of Zdar and Viginta which are the most productive Czechoslovak wheat varieties at present. Of 20 crosses, 11 outyielded both check varieties. On 1-9 scale the average frost resistance of lines was 4.88 (Zdar - 3; Viginta - 5), resistance to powdery mildew: 7.17 (the checks - 7), and resistance to stripe rust: 6.75 (Zdar - 8; Viginta - 6). A high performance in the examined traits was obtained in genotypes with average plant height of 116 cm (about 100 cm in many years). Shorter crosses (usually both parents with GA insensitive *Rht* genes) were lower yielding. Longer genotypes are needed for increasing 1000-grain weight and content of protein and wet gluten. The percentage of genotypes with insensitivity or mild sensitivity to GA was 41.8 %. No clear global effect of reaction to GA on the performance of examined traits has been found. Results of selection were highly determined by parental genotypes. The selection of insensitive genotypes appears to be reasonable when parents with good bread-making quality are used for crossing. A sufficient quality is required also in donors of GA insensitive *Rht* genes (e. g. Avalon). Conditions to reach a high grain yield (in addition to quality) are created by the incorporation of Nordin 10 dwarfing genes that positively influence ear and plant yields (G a l e , Y o u - s s e f i a n , 1985) - Table III. Wheat breeders in the Central Europe may effectively use GA insensitive *Rht* genes with less effect on plant height reduction (e. g. *Rht 1*, *Rht 1S*), particularly if these genes are on the background of adapted, good grain quality genotypes.

winter wheat; selection for grain yield and bread-making quality; reaction to gibberellic acid; reduced height genes

RECENZE

ŠLACHTENIE RASTLÍN

J. Boháč a kol.

Bratislava, *Príroda* 1990, 1. vyd., 535 str., 62 obr. a schém. Cena 54 Kčs.

Šľachtenie rastlín je často charakterizované ako v e d a ale aj ako u m e n i e, ktorého cieľom je zlepšenie genetického potenciálu hospodársky význam rastlín z aspektu ich hospodárskeho využitia a ekonomického efektu pestovania. Šľachtenie rastlín vytváraním výkonných odrôd a hybridov spolu so semenárstvom sa takto význame podieľa na intenzifikácii rastlinnej výroby. Problematiku šľachtiteľského procesu sa ucelene podujal spracovať v celoštátnej učebnici *Šľachtenie rastlín* kolektív vysokoškolských pedagógov: Prof. Ing. Jozef B o h á č, CSc. - vedúci autorského kolektívu (VŠP Nitra), Doc. Ing. Ivan A n d o n o v, CSc. (VŠZ Brno), Doc. Ing. Ľudovít Č e r m í n, CSc. (VŠP Nitra) a Doc. Ing. Josef V í k, CSc. (VŠZ Praha).

V učebnici sú zohľadnené terajšie a perspektívne požiadavky šľachtiteľskej, výrobnjej a spracovateľskej praxe, konzumu, ale aj krmovínarstva. Autori sa teoreticky opierajú o poznatky šľachtiteľského výskumu a využívajú teoretické základy mnohých vedných disciplín ako genetiky, botaniky, biochémie, fyziológie, imunológie, ekológie, biometriky, ako aj poznatkov nových biotechnologických metód. Učebnica je rozdelená na dve základné časti - v š e o b e c n ú a š p e c i á l n u.

V prvej časti je spracovaná problematika: význam a úlohy šľachtenia rastlín, teoretické základy šľachtenia, vznik kultúrnych foriem rastlín, ciele šľachtenia, východiskový materiál pre šľachtenie rastlín, technika šľachtiteľskej práce, povoľovanie odrôd, rajonizácia odrôd, udržiavacie šľachtenie, množenie osív a sadív, organizácia výskumu a šľachtenia v ČSFR. V špeciálnej časti sú spracované obilniny (pšenica, raž, jačmeň, ovos, kukurica), okopaniny (repa cukrová, repa kŕmna, zemiak), strukoviny (hrach, fazuľa, šošovica, slnečnica, mak), priadne rastliny (ľan, konopa), technické plodiny (chmeľ, tabak, koreninová paprika) a krmoviny (lucerna, ďatelina, lúčna, trávny). Pri týchto plodinách je uvedená problematika ich šľachtenia, východiskový materiál, ideotyp, tematické úlohy do roku 2000, hlavné šľachtiteľské ciele, metódy a výsledky. V knihe nie je spracovaná problematika šľachtenia zelenín, ovocných drevín a drobného ovocia.

Recenzovaná vysokoškolská učebnica bola napísaná v duchu osnov výučby šľachtenia rastlín na fyto technickej špecializácii agronomických fakúlt VŠZ v Prahe, Brne a VŠP v Nitre. Pri kolektívnych dielach sa pomerne často stáva (a to aj napriek ostražitosti vedúceho autorského kolektívu), že dochádza k opakovanej interpretácii niektorých problémov, alebo pojmov. Tu je to napríklad "kombinačná schopnosť" s. 127, ale aj 149, "syntetická odroda" s. 37, ale aj 153. V niektorých častiach textu sú kmene (Km) nedopatrením uvádzané skratkou KM, čo je bežne zaužívaná skratka pre kmeňové matky. Niekde v slovenskom texte je nesprávne používaný termín fenotypický, namiesto fenotypový. V knihe chýba (pravdepodobne z úsporných dôvodov) zoznam použitej literatúry. Rýchly priebeh politicko-hospodárskych udalostí v našej vlasti spôsobuje, že napríklad stat' Organizace výskumu a šlechtění v ČSFR sa v súčasnosti stáva už historickou. Ku cti autorom, ale aj vydavateľstvu slúži, že v knihe sa v plnom rozsahu používa jednotne termín o d r o d a a n i e k u l t i v a r, čo ešte nedávno vďaka niektorým jazykovým terminológom, najmä na Slovensku, bolo neprípustné.

Kniha je písaná v jazyku českom a slovenskom, podľa toho akej národnosti je autor príslušnej štate. V knihe je stručný slovensko-český a česko-slovenský slovníček a register.

Celoštátna učebnica *Šľachtenie rastlín* je dobrou učebnou pomôckou pre študentov fyto technického odboru s študentov medziodborového štúdia šľachtenia rastlín. Možno ju do pozornosti vrele odporučiť aj pracovníkom šľachtiteľskej praxe.

Ing. Ján Petrovic

ANALÝZA VÝNOSOVÝCH SLOŽEK KŘÍŽENCŮ KRMNÉHO JEČMENE JARNÍHO S OZIMÝM

Kateřina VACULOVÁ

Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž

Byly analyzovány výnosové složky hybridů F_1 a F_2 generace, vytvořených křížením dvouřadé vysocelyzínové nahozrné linie ječmene jarního KM 1057-1924 s produktivní linií šestiřadového ječmene ozimého HVW 247. Ve skupině víceřadých rostlin F_2 generace byly zjištěny projevy heteroze v hmotnosti zrna z rostliny, počtu zrn z rostliny a klasu, které rezultovaly v průkazné zvýšení úrovně těchto složek oproti jarní linii KM 1057-1924 a v případě počtu zrn z rostliny i vůči ozimé linii HVW 247. U dvouřadých rostlin se podařilo dosáhnout průkazně vyšší hmotnosti 1000 zrn ve srovnání s oběma rodiči. Nové materiály, vybrané na základě vyšší produktivity, se vyznačovaly delším stéblem, průměrnou až nižší odolností k poléhání a padlí travnímu, ale ani v jednom případě nedosáhly úrovně nutriční kvality zrna vysocelyzínové rodičovské linie KM 1057-1924.

ječmen krmný, ozimý a jarní; kříženci; výnosové složky; kvalita zrna

V souvislosti s úsilím o zvýšení výnosového potenciálu ječmene jarního poukazují někteří autoři na možnost introdukce vhodných genů z ječmene ozimého (Elliot, Poehlman, 1976; Fejer, Fedak, 1981 aj.). Pozitivní výsledky by mohly nalézt uplatnění např. při šlechtění krmných ječmenů se zlepšenou nutriční kvalitou zrna, jejichž nízký výnos je v současné době hlavní překážkou rajonizace v zemědělské praxi.

V předložené práci jsou studovány vybrané výnosové složky kříženců mezi krmným dvouřadým jarním a produktivním šestiřadým ječmenem ozimým.

MATERIÁL A METODY

V pokusech byli použiti následující kříženci:

KM 1057-1924 = P_1 (dále jen KM 1057) nahozrná linie dvouřadého ječmene jarního s vysokým obsahem lyzínu v sušině zrna i v N-látkách a průkazně zlepšenou výživnou kvalitou zrna oproti standardním sladovnickým odrůdám (Lekeš et al., 1988).

HVW 247 = P_2 - produktivní linie šestiřadého ječmene ozimého - původem z NDR, využívaná při výzkumném řešení problematiky ječmene ozimého.

Kříženci F_1 a F_2 a další generace - z kombinace označené KM 1691 - vytvořené nakřížením uvedených rodičovských linií v roce 1984.

Křížení ječmene jarního a ozimého proběhlo ve skleníkových podmínkách shodně s postupem, který podrobně uvádí např. Š p u n a r (1981). Část zrna F_0 generace byla vyseta v letním období do fóliovníku k namnožení, zbytek F_0 byl přeskládněn do příštího roku.

Osivo ječmene jarního (F_0 , F_1 generace, linie KM 1057) i ozimého bylo v souladu s příslušnou metodikou pěstování vyseto individuálně do záhonů (spon 3,75 x 12,5 cm) v polních podmínkách Kroměříže 24. 9. 1984 a 3. 4. 1985. Po sklizni vytrháním se provedly rozbory 30 rostlin obou rodičovských linií i F_1 generace a dále 257 rostlin F_2 generace (jarního typu růstu), rozdělených do dvou skupin - dvouřadých (176) a víceřadých (81) genotypů. Hodnotil se počet produktivních odnoží, počet zrn z rostliny a klasu, hmotnost 1000 zrn (dále HTS) a hmotnost zrna z rostliny (v g).

Potomstvo rostlin vybraných v F_2 generaci bylo přemnoženo, u štěpících kmenů byla provedena reselece a v roce 1988 byly nejlepší materiály vysety secím strojem Seedmatic do polních záhonových parcel (0,19-1,17 m² podle množství osiva), kde se provádělo hodnocení základních charakteristik porostu (výška rostlin v cm, odolnost k poléhání, padlí travnímu - stupně 9 až 1).

Po sklizni byla stanovena HTS (v g), obsah N-látek (% N x 6,25) a lyzínu v sušině zrna (mg/g) i podíl lyzínu v N-látkách (g na 16 g N).

Z dosažených výsledků byly vypočteny základní statistické charakteristiky a dále byla stanovena heteroze a inbrední deprese (v %), stupeň dominance, genotypová proměnlivost (C h a u h a m, S i n g h, 1984) a dědivost jednotlivých studovaných znaků.

VÝSLEDKY

Studované materiály se odlišovaly ve všech výnosových složkách, přičemž nejvýraznější rozdíly byly patrné pro HTS (tab. I). Linie KM 1057 byla odnoživější (o 3,24⁺⁺, tj. o 72 %), avšak v ostatních znacích ji linie HVW 247 překonávala (zejména v HTS - o 13,95⁺⁺ g, tj. o 43,9 %).

V F_1 generaci měly všechny rostliny v důsledku dominance dvouřadý klas a jarní typ růstu. V průměru dosahovaly vyšší HTS než nšl. KM 1057 a HVW 247 (o 25,20⁺⁺ a 11,25⁺⁺ g) i lepší hmotnosti zrna z rostliny (o 1,44⁺⁺ a 0,07 g), což potvrzuje jak stupeň dominance (superdominance ozimé linie HVW 247), tak i heteroze (tab. I až III). Nejsilněji byla heteroze vyjádřena

I. Průměrné hodnoty a proměnlivost výnosových složek rodičovských linií (KM 1057-1924, HVW 247) a jejich kříženců v F₁ a F₂ generacích (Kroměříž, 1985) - Mean values and variability of yield components of parental lines (KM 1057-1924, HVW 247) and their hybrids in F₁ and F₂ generations (Kroměříž, 1985)

Linie, kříženci ¹	Počet produktivních odnoží ⁶	Hmotnost zrna z rostliny ⁷ [g]	Hmotnost 1000 zrn ⁸ [g]	Počet zrn z rostliny ⁹	Počet zrn z klasu ¹⁰
KM 1057-1924 $\bar{x}$	7,74±0,28	5,37±0,24	31,75±0,37	168,9±7,2	21,74±0,30
s^2	4,15	2,92	6,74	2581,5	4,76
HVW 247 $\bar{x}$	4,50±0,28	6,74±0,52	45,70±0,73	149,57±12,65	32,62±1,05
s^2	2,32	8,12	16,08	4802,70	33,19
F ₁ generace ² $\bar{x}$	5,87±0,27	6,81±0,39	56,95±0,64	119,02±6,41	20,19±0,36
s^2	2,19	4,69	12,16	1233,90	3,98
F ₂ generace ³ $\bar{x}$	5,35±0,19	6,06±0,29	51,82±0,60	114,63±4,90	20,98±6,27
2-řadé (2ř.) ⁴ s^2	6,28	14,08	67,53	4080,	12,66
F ₂ generace víceřadé (vr̄) ⁵ $\bar{x}$	4,77±0,23	6,98±0,48	35,55±0,56	196,51±12,80	40,16±1,20
s^2	4,27	19,09	26,21	13513,20	120,37

¹lines, hybrids, ²F₁ generation, ³F₂ generation, ⁴two-row, ⁵multirow, ⁶number of productive tillers, ⁷grain weight per plant, ⁸1000 grain weight, ⁹grain number per plant, ¹⁰grain number per spike

II. Rozdíly v úrovni výnosových složek rodičovských linií (KM 1057-1924; HVW 247) a jejich kříženců v F_1 a F_2 generacích (Kroměříž, 1985) - Differences in the level of yield components of parental lines (KM 1057-1924, HVW 247) and their hybrids in F_1 and F_2 generations (Kroměříž, 1985)

Linie, kříženci ¹	Počet produktivních odnoží ²	Hmotnost zrna z rostliny ³ [g]	Hmotnost 1000 zrn ⁴ [g]	Počet zrn z rostliny ⁶	Počet zrn z klasu ⁶
P_1 - P_2 ¹⁾	3,24++	-1,37++	-13,95++	-10,88++	
P_1 - F_1	1,87++	-1,44	-25,20++	49,88++	1,55++
P_2 - F_1	-1,37++	-0,07	-11,25++	30,55	12,43++
P_1 - F_2 2ř.	2,39++	-0,69	-20,07++	54,27++	0,76
P_1 - F_2 vř.	2,97++	-1,61++	3,80++	-27,61	-18,42++
P_2 - F_2 2ř.	-0,85++	0,68	-6,12	34,94++	11,64++
P_2 - F_2 vř.	-0,27	-0,24	10,15++	-46,94++	-7,54++

¹lines, hybrids, ²number of productive tillers, ³grain weight per plant, ⁴1000 grain weight, ⁵grain number per plant, ⁶grain number per spike

- 1) P_1 = KM 1057-1924
 P_2 = HVW 247

pro HTS (47,06 % vůči průměrnému rodiči). Naopak v počtu zrn z rostliny i klasu byla F_1 generace v průměru horší než oba rodiče a měla rovněž méně produktivních odnoží než nšl. KM 1057.

Po samosprášení F_1 generace se v následující populaci projevilo štěpení podle typu klasu (na dvouřadé i víceřadé) a zrna (na pluchaté a bezpluché). Počet F_2 rostlin ve skupině dvouřadých (176) a víceřadých (81) odpovídal očekávanému štěpnému poměru 3:1, potvrzenému výpočtem χ^2 -kritéria. V obou skupinách byla variabilita všech studovaných znaků vyšší než v P_1 , P_2 i F_1 generaci (tab. I). U některých výnosových složek byl patrný významný vliv genotypu, o čemž svědčí odhad genotypové proměnlivosti a vysoké koeficienty dědivosti (tab. III) - zvláště pro HTS u dvouřadých (0,82-0,83) a počet zrn z klasu u víceřadých rostlin (0,88-0,97).

Zjištěná heteroze a stupeň deprese hodnot výnosových složek F_2 generace vůči F_1 generaci svědčí o rozdílném projevu genotypu v závislosti na typu klasu.

U víceřadých rostlin došlo ke snížení počtu produktivních odnoží (deprese 18,74 %) a HTS (deprese 37,58 %), ale na rozdíl od F_1 generace k nárůstu výnosu zrna, zejména v důsledku zvýšení počtu zrn z klasu (heteroze 47,75 %). Dvouřadé rostliny vykazovaly velmi slabou heterozí hmotnosti

III. Stupeň dominance, heteroze, inbrední deprese, dědivost a odhad genotypové proměnlivosti výnosových složek kříženců F_1 , F_2 generace (KM 1057-1924 x HVW 247) - Degree of domination, heterosis, inbreeding depression, heritability and genotype variability estimation of yield componets of F_1 and F_2 hybrids (KM 1057-1924 x HVW 247).

Ukazatel ¹	Počet produktivních odnoží ²	Hmotnost zrna z rostliny ³ [g]	Hmotnost 1000 zrn ⁴ [g]	Počet zrn z rostliny ⁵	Počet zrn z klasu ⁶
Heteroze F_1 ⁷	-4,08	12,46	47,06	-25,25	-25,70
Heteroze F_2 2ř.	-12,58	0,08	0,34	-28,04	-22,81
Inbrední deprese F_2 ⁸ 2ř.	8,85	11,01	9,01	3,69	-3,91
Heteroze F_2 vř.	-22,06	15,28	-8,20	23,39	47,75
Inbrední deprese F_2 vř.	18,74	-2,50	37,58	-65,11	-98,91
Stupeň dominance ⁹	-0,15	1,10	2,61	-4,17	-1,28
Heteroze F_1 vůči P_1 ¹⁰	-24,16	26,81	79,37	-29,53	-7,13
Heteroze F_1 vůči P_2 ¹¹	30,44	10,38	24,61	-20,42	-38,10
Koeficient dědivosti h_2 ¹¹ 2ř. ²⁾	0,65	0,67	0,82	0,70	0,68
vř.	0,49	0,75	0,54	0,91	0,97
2ř. ³⁾	0,54	0,63	0,83	0,30	- ⁴⁾
vř.	0,32	0,73	0,56	0,79	0,88
Genotypová 2ř. složka rozptylu F_2 ¹²	3,19	8,84	55,87	1207,70	-1,32
vř.	1,38	13,85	14,55	10640,50	106,39

1) viz tab.II - see Tab. I

2) Le Roy, 1960

3) Allard, 1980 — cit. Navrátilová, 1981

4) $s^2_{F_2}$ menší než $s^2_{P_2}$ - $s^2_{F_2}$ lower than $s^2_{P_2}$

¹index, ²number of productive tillers, ³grain weight per plant, ⁴1000 grain weight, ⁵grain number per plant, ⁶grain number per spike, ⁷heterosis, ⁸inbreeding depression, ⁹degree of dominance, ¹⁰heterosis F_1 to P_1 , ¹¹coefficient of heritability, ¹²genotype component of variance

IV. Charakteristika nových linií, vytvořených křížením vysocelyzínové linie ječmene jarního KM 1057-1924 s linií ječmene ozimého HVW 247 (Kroměříž, 1988) - Characteristic of new lines created by crossing of high-lysine spring barley line of KM 1057-1924 with winter barley line of HVW 247 (Kroměříž, 1988)

Znaky ¹	Nové linie ²				
	KM 1691-492	KM 1691-3584/6	KM 1691-3584	KM 1691-3480	KM 1691-3492
Výška ³ (cm)	85	95	92	95	98
Hmotnost 1000 zrn ⁴ (g)	37,3	53,1	50,0	31,6	32,8
Poléhavost ⁵ (9-1)	2	7	6	4	3
Odolnost <i>E. graminis</i> ⁶ (9-1)	8	5	3	5	5
Obsah N-látek ⁷ (N . 6,25)	11,13	14,25	15,25	14,38	13,69
Obsah lyzínu ⁸ (mg.g ⁻¹ suš.)	4,07	4,72	3,59	4,16	2,82
Podíl lyzínu ⁹ (g.16g ⁻¹ N)	3,66	3,31	2,35	2,89	2,06
Charakteristika klasu a zrna ¹⁰	6-řadý, pluchaté ¹¹	2-řadý, pluchaté	2-řadý, pluchaté	6-řadý, nahé ¹²	6-řadý, pluchaté

¹traits, ²new lines, ³height, ⁴1000 grain weight, ⁵lodging, ⁶resistance to *E. graminis*, ⁷content of N substances, ⁸lysine content, ⁹lysine proportion, ¹⁰characteristics of spike and grain, ¹¹hulled, ¹²naked

zrna z rostliny a HTS (0,08 a 0,34 %), která v porovnání s hodnotami F₁ generace znamenala v podstatě snížení, tj. depresi (tab. III). Přesto však dvouřadé genotypy v průměru překonaly nejen HTS jarní linie KM 1057 (o 20,07⁺⁺ g), ale i ozimé linie HVW 247 (o 6,12⁺⁺ g). Došlo k poklesu počtu zrn z rostliny (o 54,27⁺⁺ oproti KM 1057), zeslabení odnožovací schopnosti (inbrední deprese 8,85 %) a snížení počtu zrn v klasu.

Charakteristiku nových linií, reselektovaných z výběrů F₂ rostlin a překonávajících kontrolní odrůdu Rubín ve výnosu zrna, uvádí tab. IV. Materiály se vyznačovaly delším stéblem (výška 85-98 cm), ale v ostatních hodnocených znacích se lišily, zejména v odolnosti vůči poléhání (2-7) a padlí travnímu (3-8). S výjimkou linie KM 1691 - 492 měly všechny nové linie zvýšený obsah N-látek (13,69-15,25 %), avšak nižší podíl lyzínu v bílkovinách (2,06-3,31 g na 16 g N).

DISKUSE

V důsledku vysokého podílu lyzínu v bílkovinách a bezpluchého zrna patří linie KM 1057 k ječmenům s výjimečně nízkou HTS. Naopak ozimá

linie HVW 247 dosahovala stabilně vysoké hmotnosti zrna, třebaže má šestiřadý klas. Oba materiály se tedy projevovaly netypicky v porovnání s obecným poznatkem, že dvouřadé ječmeny mají zpravidla větší zrno než šestiřadé (Froier, Hoffman, 1956 - cit. Špunar, 1981).

Pro ostatní výnosové složky byly platné známé zákonitosti v souladu s údaji, které např. uvádějí Špunar a Šnejdar (1984), podle nichž je rozhodujícím výnosotvorným prvkem dvouřadých ječmenů počet produktivních odnoží, zatímco pro víceřadé počet zrn v klasu. Špunar (1981) pozoroval v F_1 generaci křížení jarních a ozimých ječmenů projevy heterozy pro většinu výnosových prvků. V našem případě v F_1 a zejména v F_2 generaci byla zřejmá schopnost ke kompenzaci, která se při zvýšení jednoho ze znaků projevovala obdobně jak uvádějí Takahashi et al. (1975 - cit. Lekeš et al., 1985), tedy poklesem jiného či všech ostatních komponentů.

Přesto, že pro HTS byl stanoven vysoký koeficient dědivosti v souladu se závěry, které uvádí např. Valentin (1982), u víceřadých kříženců jsme zaznamenali pokles hodnot hmotnosti zrna. Zjištěné výsledky zřejmě souvisejí s poznatkem, ke kterým dospěli Tseng a Pehlman (1979 - cit. Elliot, Pehlman, 1976), podle nichž mohou šestiřadí kříženci dosáhnout vyšší HTS pouze tehdy, je-li jako rodičovský partner využit dvouřadý ječmen, jehož hmotnost zrna činí více než 140 % víceřadého rodiče.

U dvouřadých hybridů bylo naopak pozorováno významné zvýšení HTS, což potvrzovalo závěry o možnosti využití ozimých ječmenů jako donorů vyšší hmotnosti zrna, k nimž dospěli např. Elliot a Pehlman (1976) a Špunar (1981).

Pokles úrovně hodnot jednotlivých výnosových složek byl natolik kompenzován nárůstem zbývajících, že z reselektovaných kříženců bylo možné vybrat linie produktivnější, než je odrůda Rubín. Jak demonstrují výše uvedené výsledky, nepodařilo se však vyselektovat ani jeden materiál, jehož nutriční kvalita by se přibližovala vysocelyzínové linii KM 1057. Zda se tento závěr potvrdí i v jiných kombinacích křížení s odlišnými ječmeny ozimými, ukážou výsledky dalšího studia.

Literatura

- ELLIOT, W. A. - POEHLMAN, J. M.: Inheritance of kernel - weight in six-rowed x two-rowed Barley crosses (*H. vulgare* L. x *H. distichum* L.). Can. J. Pl. Sci., 6, 1976, s. 733-737.
FEJER, S. O. - FEDAK, G.: Yield component advantage in crosses between spring and winter barley, with emphasis on reciprocal effects. Z. Pfl.-Züchtg., 87, 1981, č. 2, s. 144-152.

CHAUHAN, V. S. - SINGH, B. B.: Genetic variability and heritability in soybean. *Indian J. agric. Sci.*, 54, 1984, č. 4, s. 273-276.

LEKEŠ, J. et al.: Ječmen. Praha, SZN 1985, 312 s.

LEKEŠ, J. - VACULOVÁ, J. - NOVOTNÁ, J. - RÁBOVÁ, V.: Nutriční hodnota zrna výchozích genetických zdrojů ke šlechtění krmného jarního ječmene. *Rostl. Výr.*, 34, 1988, č. 5, s. 473-482.

NAVRÁTILOVÁ, J.: Metody výpočtu koeficientu dědivosti kvantitativních znaků. [Závěrečná práce PGK.] UK Praha, 1981, 35 s.

ŠPUNAR, J.: Studium možností využití víceřadého ječmene k realizaci šlechtitelských cílů. [Kandidátská disertace.] Kroměříž, 1981, 104 s.

ŠPUNAR, J. - ŠNEJDAR, J.: Perspektivy šlechtění ozimého ječmene v ČSSR. *Úroda*, 1984.

VALENTINE, J.: Variation in monoculture and in mixture for grain yield and other characters in spring barley. *Ann. appl. biol.*, 101, 1982, s. 127-141.

Došlo dne 6. 11. 1989

K. Vaculová (Cereal Research Institute, Kroměříž, Czechoslovakia)

Analysis of yield components in hybrids between feed spring and winter barley

The yield components were analyzed in hybrids of F_1 - and F_2 generations. The performance was studied with selected new lines created by crossing of two-row high lysine spring barley line KM 1057-1924 (hereafter KM 1057) with a productive line of winter six-row barley, HVW 247. In the F_1 generation the hybrids reached on the average higher 1000 grain weight (by 25.20** and 11.25** g) and grain weight per plant (by 1.44** and 0.07 g) in comparison with KM 1057 and HVW 247, respectively. This is expressed in a calculated level of both dominance and heterosis (Table I to III). In the grain numbers per plant and spike, however, the F_1 generation was worse than both the parents, and its tillering ability was poorer than that of KM 1057 as well. In the F_2 generation the plants of spring growth habit performed the segregation for spike type (two- and multirowed) as well as grain type (hulled and naked). One group of two- and multirow plants showed higher variability in all studied traits than plants of parental and F_1 generations (Table I). Some yield components appeared to be affected significantly by genotype (Table III) - especially 1000 grain weight in two-row plants (coefficient of heritability = 0.82-0.83) and grain number per spike in multirow plants (coefficient of heritability = 0.88-0.97). In dependence on the spike type there was determined a different heterosis as well as a depression degree in the values of yield components for F_2 generation compared with F_1 one. Multirow plants showed an increase in the grain

yield, especially as a result of increased grain number per spike (heterosis of 47.75%). Two-row materials overcame not only a low 1000 grain weight of KM 1057 line (by 20.07** g), but also of the winter line HVW 247 (by 6.12* g). On the average, they showed, however, reduced grain number per plant, as well as tillering ability (inbreeding depression of 8.85%) and the grain number per spike (Table II, III). Some of the new lines (designated KM 1691), reselected from the selections of F_2 plants, were grown in the field conditions in 1988. They were marked by a longer stem (85-98 cm), various levels of lodging resistance (point 2-7) and resistance to powdery mildew (point 3-8), in a great majority also by an increased content of N substances (13.69-15.25%). The nutritive quality of these N substances, however, when expressed by the lysine portion in them (i. e. 2.06-3.31 g . 16 g⁻¹N), was not adequate to expected demands (Table IV). Thus, crossing with the winter form helped to increase the level of grain yield to two-row materials and to select the lines with a grain yield comparable with standard varieties. Not a single genotype, however, could be selected, the nutritive grain quality of which would come near to that of high lysine parental line KM 1057.

feed spring and winter barley; hybrids; yield components; grain quality

INZERCE

Redakce časopisu nabízí tuzemským i zahraničním firmám možnost inzerce na stránkách časopisu GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ. Prostřednictvím inzerátů uveřejňovaných v našem časopise budou o Vašich výrobcích informováni pracovníci z výzkumu a provozu u nás i v zahraničí.

Bližší informace získáte na adrese:

Redakce časopisu Genetika a šlechtění

k rukám RNDr. M. Braunové

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství

Slezská 7

120 56 Praha 2

ADVERTISEMENT

The Editors of the magazine offer to the Czechoslovak as well as foreign firms the possibility of advertising on pages the GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ (Genetics and Breeding) magazine. Through your adverts published in our magazine, the specialists both from the field of research and production will be informed about your products.

For a more detailed information, please contact:

Genetika a šlechtění

atth. RNDr. M. Braunová

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství

Slezská 7

CS 120 56 Praha 2

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

1. ZASEDÁNÍ ŠLECHTITELŮ V BRNĚ

Dne 12. února 1991 se na Vysoké škole zemědělské v Brně konal seminář uspořádaný komisí genetiky, šlechtění a seminářství Československé akademie zemědělské a Vysokou školou zemědělskou Brno, kterého se zúčastnilo 98 šlechtitelů, pracovníků šlechtitelského výzkumu, semenářství i učitelů všech čtyř zemědělských fakult v ČSFR, celkem z 38 pracovišť. Jednání bylo věnováno šlechtění "low-input" odrůd, tj. odrůd, které by vyžadovaly menší vklady při pěstování. Bylo předneseno 12 referátů, zaměřených na šlechtění na resistenci k chorobám, škůdcům a stresům, efektivitu využití živin a na vyšší symbiotickou fixaci dusíku. Je zřejmé, že vytvoření "low-input" odrůd bude vyžadovat "high-input" ve šlechtění.

Bylo doporučeno testování perspektivních novošlechtění na "low-input" úrovni vzhledem k očekávané poptávce po těchto odrůdách nejen z ekologických, ale i ekonomických důvodů. Zdá se, že je perspektivní šlechtění na adaptabilitu, tj. současné šlechtění v rozličných (klimatických, při úrovni hnojení i ochrany) podmínkách s následnou rekombinací, i když většina odrůd výnosných při vyšší úrovni vkladů je výnosná i při opačné alternativě.

Podobná zasedání k aktuálním tématům se budou konat v Brně každoročně, budou zaměřena nejen na šlechtitelské metodiky, ale i na referáty o výsledcích úspěšného šlechtění a na nové poznatky, využitelné ve šlechtění. Projednaly se i jiné otázky, zajímavící šlechtitele, tj. statut přihlašování zahraničních odrůd do našich odrůdových pokusů.

Druhé zasedání šlechtitelů v Brně se bude konat za rok na téma šlechtitelské postupy.

Doc. ing. Oldřich Chloupek, DrSc.

METODY NEPŘÍMÉ SELEKCE VE ŠLECHTĚNÍ OVSA

František MACHÁŇ, Marie VYBÍRALOVÁ

Výzkumný ústav obilnářský, 767 41 Kroměříž

Výsledky hodnocení 11 odrůd ovsa a jejich 24 kombinací křížení F_1 a F_2 prováděném v bramborářském výrobním typu v letech 1986/1987 potvrdily rozhodující vliv rychlosti růstu biomasy a počtu zrn z rostliny pro tvorbu výnosu zrna. Hodnocení kříženců v raných generacích pomocí vizuální selekce podle morfologických znaků může způsobit předčasné vyloučení řady perspektivních kombinací. Zintenzívnění výběrů vhodných rostlin z individuálního sponu i z populace lze dosáhnout využitím kvantitativních výběrových znaků nepřímé selekce sklizňového indexu (HI) a růstové míry (GR) pro zvýšení produkčních znaků a ranosti, poměrného znaku DSH a jednotkové míry slámy (USW) pro zvýšení pevnosti stébla. Pro získání maximálně objektivního posouzení se doporučuje využívat znaků nepřímé selekce ve vzájemné návaznosti na jednotlivé produkční znaky rostliny (populace) nebo přímo výnos zrna.

oves; selekční kritéria; produktivita; odrůdy; korelační vztahy

Požadavky šlechtitelů u výběrových kritérií jsou soustředěny na jednoduchost měření a stanovení, aplikovatelnost v raných generacích, vyloučení nepřímých vedlejších účinků apod.

K nejběžnějším šlechtitelským metodám při tvorbě nových odrůd obilnin patří vizuální selekce. Její účinnost v případech, kdy se jedná o znaky s vysokou dědivostí u autogamních druhů je prokázána. Obtížnější uplatnění a nižší účinnost vizuální selekce je u znaků méně děditelných, k nimž patří výnos zrna. Většinou spočívá v hodnocení morfologických charakteristik at' už rostlin, řádků, linií apod. Samotné hodnocení výnosu lze provést až po dosažení určitého stupně uniformity a dostatečného množství osiva pro výnosové zkoušky. I tak je zde vždy nebezpečí předčasného vyloučení řady perspektivních genotypů.

Významnou skupinu selekčních metod u ovsa tvoří hodnocení kombináč-
ních schopností odrůd na základě dialelních křížení (V e l i k o v s k ý, 1979;
M a c h á Ň, 1989).

Vyhledávání vhodných kritérií výběru je předmětem intenzivního výzkumu řady pracovišť. K selekci ovsa v raných generacích lze s úspěchem využít metod nepřímé selekce, založených na vzájemných vztazích mezi morfologickými a produkčními znaky. Dílčím uplatněním metod nepřímé selekce u ovsa se zabývá tato práce.

MATERIÁL A METODY

V letech 1986-1987 bylo ve VŠÚO Kroměříž hodnoceno 11 zahraničních odrůd ovsa a jejich 24 kříženců v generacích F_1 a F_2 . Pokus byl založen v záhonové výsadbě se sponem rostlin 5 x 15 cm, každá kombinace ve třech opakováních.

Hodnocení bylo provedeno pomocí korelační a úsekové analýzy (L i, 1975). Společnými mateřskými odrůdami byly odrůdy Pan, Alfred a KM 102. Pro snížení rozsahu příspěvku je zde uvedena pouze kombinace se společnou odrůdou KM 102 (tab. II). Hodnocené výnosové znaky a znaky nepřímé selekce jsou uvedeny v tab. I.

VÝSLEDKY

Z průměrných charakteristik znaků rodičovských odrůd je zřejmý vliv průběhu povětrnostních podmínek v obou ročnících. Časnější setí v roce 1986 příznivě ovlivnilo tvorbu odnoží, které nesnížilo ani následné sušší období koncem dubna a počátkem května. Byl dosažen vysoký výnos. Opožděné setí v roce 1987 asi o 14 dnů v důsledku přemokřených pozemků ovlivnilo výnos negativně (tab. III).

Tato situace se promítla také do sledovaných znaků u kříženců, i když se zde projevil příznivý vliv výběrových znaků, zejména sklizňového indexu na menší procentuální rozdíl hodnot srovnávaných ročníků (tab. IV).

Korelační závislosti propočtené u rodičovských odrůd i jejich potomstev potvrdily význam biomasy rostliny a počtu zrn z rostliny jako rozhodujících výnosotvorných prvků u ovsa. Hmotnost 1000 zrn nebyla v tomto případě průkazná, neboť období nalévání zrna v obou ročnících bylo ovlivněno sušším klimatem (tab. V). Z koeficientů nepřímé selekce se u ovsa významně uplatňují pro výběr na výnos zejména sklizňový index (HI) a spolupůsobení sklizňového indexu a vegetační růstové míry (GR). Ostatní sledované koeficienty jako poměrný znak DSH, růstová míra GR a jednotková hmotnost slámy se uplatňují ve vztahu k dalším parametrům, zejména k tvorbě biomasy, odolnosti proti poléhání a ranosti.

Vysoká hodnota determinace vlivů produkčních a morfologických znaků ($R^2 = 0,96$) i úsekového korelačního koeficientu ($r = 0,98$) pro tyto znaky potvrzuje jejich význam pro selekci. V našem případě činil podíl biomasy na výnos zrna 52 %, podíl počtu zrn 37 % a podíl slámy 10 %.

Obdobně vysoké hodnoty determinace a korelačního koeficientu byly zjištěny pro koeficienty nepřímé selekce ($R^2 = 0,98$, $r = 0,99$). Nejvyšší podíl na výnose zrna mělo spolupůsobení HI a GR (65 %), dále GR, která souvisí s tvorbou biomasy (17 %) a sklizňový index (12 %) - tab. VI.

I. Hodnocené morfologické a produkční znaky a vybrané znaky nepřímé selekce - Evaluated morphological and production traits and representative traits of indirect selection

Znak ¹	Způsob zjištění ²	Jednotka ³
Hmotnost zrna/rostlina ⁴	zvážení hmotnosti zrna z rostliny ⁵	[g]
Délka rostlin ⁶	vzdálenost od povrchu země ke špičce laty ⁷	[cm]
Biomasa rostlin ⁸	skutečná hmotnost suché rostliny bez kořínků ⁹	[g]
Hmotnost 1000 zrn ¹⁰	odpočet 2x500 zrn, jejich zvážení a zjištění celkové hmotnosti ¹¹	[g]
Počet zrn/rostlina ¹²	odpočet zrn z vymláčených lat rostliny ¹³	[ks]
Hmotnost slámy ¹⁴	odpočet hmotnosti zrna od celkové biomasy rostliny ¹⁵	[g]
Sklizňový index HI ¹⁶	hmotnost zrna: hmotnost rostliny x 100 ¹⁷	[%]
Poměrný znak DSH ¹⁸	délka stébla: hmotnost stébla a listů ¹⁹	[cm/g]
Růstová míra GR ²⁰	hmotnost slámy: délka vegetačního růstu do plného metání ²¹	[g/den]
Jednotková hmotnost slámy USW ²²	hmotnost slámy: délka rostliny ²³	[g/cm]
HI + GR ²⁴	suma obou znaků ²⁵	[-]

¹trait; ²way of finding; ³unit; ⁴grain weight per plant; ⁵weighing the grain weight per plant; ⁶plant length; ⁷distance from earth surface to panicle point; ⁸plant biomass; ⁹real weight of a dry plant without roots; ¹⁰1000 grains weight; ¹¹counting off 2x500 grains, their weighing and finding the total weight; ¹²number of grains per plant; ¹³counting off the grain weight from total plant biomass; ¹⁴counting off the grains from threshed plant pacicles; straw weight; counting off the grain weight from total plant biomass; ¹⁶harvest index (HI); ¹⁷grain weight: plant weight x 100; ¹⁸DSH relative trait; ¹⁹stem length: stem and leaves weight; ²⁰growth rate (GR); ²¹straw weight: length of vegetative growth up to full heading; ²²unit straw weight (USW); ²³straw weight: plant length; ²⁴harvest index + growth rate; ²⁵sum of both traits

II. Výnos zrna a hodnoty znaků nepřímé selekce u odrůd ovsa (Kroměříž 1987) - Grain yield and values of indirect selection traits in oat varieties (Kroměříž 1987)

Odrůda ¹	Původ ²	Hmotnost zrna/rostlina ³ [g]	HI [%]	DSH [cm/g]	GR [g/rostlina/den]	USW [g/cm]	HI + GR
KM 102	CS	8,9	49,0	6,3	0,14	0,08	6,86
Fabian	D	8,2	47,0	6,4	0,14	0,08	6,58
Nestor	D	9,8	43,6	5,3	0,17	0,10	7,41
Korsar	D	9,4	44,1	5,9	0,17	0,09	7,50
Lord	A	7,9	53,3	6,2	0,11	0,07	5,86
LP 8162	D	10,2	46,3	5,6	0,17	0,09	7,84
KM 111	CS	7,4	49,6	7,8	0,11	0,06	5,46
KM 92	CS	7,8	50,2	7,4	0,11	0,06	5,52
Pool	N	8,1	40,5	6,6	0,18	0,09	7,29
Průměr ⁴		8,63	47,1	6,4	0,14	0,08	6,71

¹variety; ²origin; ³grain weight per plant; ⁴average

III. Průměrné charakteristiky rodičovských odrůd ovsa v letech 1986-1987 - Mean characteristics of oat parental varieties in the years 1986-1987

Znak ¹		Ročník ²		Rozdíl ³ ± %
		1986	1987	
Délka rostlin ⁴	[cm]	104,2	118,6	+13,8
Biomasa rostlin ⁵	[g]	30,29	18,88	-38,7
Hmotnost zrna ⁶	[g]	11,98	8,63	-28,0
Hmotnost 1000 zrn ⁷	[g]	29,62	27,92	-5,7
Počet zrn na rostlinu ⁸		404,56	310,67	-23,3
Hmotnost slámy ⁹	[g]	17,02	9,99	-41,3
HI	[%]	39,55	47,10	+19,1
DSH	[cm/g]	3,80	6,39	+68,2
GR	[g/den]	0,30	0,14	-53,4
USW	[g/cm]	0,16	0,08	-50,0
HI + GR		12,08	6,71	-44,5

¹trait; ²year; ³difference; ⁴plant length; ⁵plant biomass; ⁶grain weight; ⁷1000 grain weight; ⁸grain number per plant; ⁹straw weight

IV. Průměrné hodnoty výběrových znaků ovsa kříženců s odrůdou KM 102 - Mean values of selective traits of oat crossbreds with KM 102 variety

Výběrový znak ¹		Kříženci odrůd ²		Rozdíl ³ ± [%]
		F ₁ - 1986	F ₂ - 1987	
Délka rostlin ⁴	[cm]	104,95	114,19	+11,7
Biomasa rostliny ⁵	[g]	31,10	25,55	-17,8
Hmotnost zrna na rostlinu ⁶	[g]	14,31	12,57	-12,2
HTZ ⁷	[g]	29,08	28,86	-0,8
Hmotnost slámy ⁸	[g]	16,79	12,85	-23,5
HI	[%]	45,81	49,20	+7,4
DSH	[cm/g]	6,41	4,57	-28,7
GR	[g/den]	0,29	0,19	-34,5
USW	[g/cm]	0,16	0,11	-31,3
HI + GR		13,30	9,25	-29,5

¹selective trait, ²variety crossbreds, ³difference, ⁴plant length, ⁵plant biomass, ⁶grain weight per plant, ⁷1000 grain weight, ⁸straw weight

V. Uplatnění morfologických a výnosových prvků na tvorbě výnosu zrna u rodičovských odrůd ovsa a jejich kříženců s odrůdou KM 102 (Korelační závislosti u jednotlivých znaků - rozbor rostlin ze sponu 5x15 cm) - Application of morphological and yield elements in grain yield creation in oat parental varieties and their crossbreds with KM 102 variety (Correlation relationship of individual traits - analyses of plants from 5x15 cm spacing layout)

Znak ¹		Výnos zrna ²		
		Odrůdy ³	F ₁	F ₂
Délka rostlin ⁴	[cm]	0,59+	0,70	0,35
Biomasa rostlin ⁵	[g]	0,95++	0,97++	0,92++
HTZ ⁶	[g]	0,40	0,62	0,12
Počet zrn na rostlinu ⁷		0,96++	0,99++	0,98++
Hmotnost slámy ⁸	[g]	0,72++	0,87++	0,44
HI	[%]	0,90++	0,71+	0,81+
DSH	[cm/g]	-0,94++	-0,74+	-0,78+
GR	[g/den]	0,72++	0,83	0,37
HI + GR		0,98++	0,97++	0,96
USW	[g/cm]	0,67+	0,76+	0,13

+ $P = 0,05$; ++ $P = 0,01$

¹trait, ²grain yield, ³varieties, ⁴plant length, ⁵plant biomass, ⁶1000 grain weight, ⁷grain number per plant, ⁸straw weight

VI. Úseková analýza závislosti mezi produkčními znaky u F_2 generace kříženců ovsa s odrůdou KM 102 - Path analysis of relationship of production traits of oat crossbreds F_2 generation with KM 102 variety

Znak ¹		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	Podíl znaku na výnose ² [%]	Determinace R^2 /Úsekový korelační koeficient ³
x_1	Délka rostlin ⁴	1	0,05	-0,37	0,07	0,04	0,2	0,957/0,978
x_2	Biomasa rostliny ⁵		1	0,31	0,87++	0,75+	52,2	
x_3	HTZ ⁶			1	-0,7	0,53	0,9	
x_4	Počet zrn ⁷				1	0,35	36,5	
x_5	Hmotnost slámy ⁸					1	10,2	
x_1	HI [%]	1	-0,44	-0,23	0,64	-0,47	11,7	0,983/0,991
x_2	DSH [cm/g]		1	-0,64	-0,84++	-0,45	4,5	
x_3	GR [g/den]			1	0,60	0,96++	16,7	
x_4	HI + GR				1	0,37	65,3	
x_5	USW [g/cm]					1	1,8	

+ $P = 0,05$; ++ $P = 0,01$

¹trait, ²share of trait in yield, ³ R^2 determination / sectional correlation coefficient, ⁴plant length, ⁵plant biomass, ⁶1000 grain weight, ⁷grain number, ⁸straw weight

DISKUSE

Metody výběru založené na koeficientech nepřímé selekce jsou pro svoji snadnou stanovitelnost vhodnými selekčními kritérii. Splňují požadavky na šlechtitelskou využitelnost a mohou přispívat k dědičnému zvýšení výnosu zrna.

Kritérií nepřímé selekce je široce využíváno v selekci nejen u ovsa (Jalani et al., 1982; Johnson et al., 1983; Helsel, Škrdla, 1983; Gupta et al., 1986), ale i u pšenice (Chaudhary et al., 1977; Ellison et al., 1985) a žita (Macháň, Vybíralová, 1990).

Sklizňový index se v našich podmínkách u odrůd ovsa pohybuje mezi 45-50 %. Jeho význam spočívá v tom, že slučuje aspekty fotosyntézy, translokace a ukládání asimilátů. Je málo ovlivňován hustotou porostu, takže může být využit k hodnocení jednotlivých rostlin i mikrozkušek (Šíp, 1982). Blatt (1977) prokázal, že výběrem na sklizňový index lze

eliminovat zvláště nevhodné typy rostlin. Z matematického hlediska však nesmí být koeficienty nepřímé selekce nezávislé na původních znacích. U ovsa to bylo v našich pokusech potvrzeno.

Koeficient DSH prokázal významnou negativní korelaci s výnosem. Ukazuje to na závažnost docílení silnějšího stébla s dostatečným olistěním ve vztahu k produkci biomasy i k optimálnímu rozložení vegetační biomasy.

Růstová míra (GR) ovlivňuje jednak tvorbu biomasy, a tím asimilačního aparátu a zároveň intenzitu její tvorby v čase. Vychází se z poznatku, že vytvořená sušina v období do vymetání se v dalším období nezvyšuje. Jak uvádějí H e l s e l a F r e y (1983), je vegetační růstová míra kvantitativně dědičný znak s průměrnou dědivostí 54 %.

Zvyšování biomasy cestou prodlužování vegetační doby není vhodná cesta. V našich podmínkách, kde je průměrná vegetační doba ovsa okolo 110 dnů, musí jít šlechtění cestou rychlejší tvorby biomasy. Vysoký sklizňový index proto nelze uvažovat bez návaznosti na produktivitu rostlin při střední až vyšší hodnotě GR.

Jednotková míra slámy (USW) je opačnou hodnotou ke koeficientu DSH a vyjadřuje, kolik váží 1 cm délky slámy. Hodnota má vztah k pevnosti stébla a je doplňujícím údajem pro selekci.

ZÁVĚR

V dvouletém pokuse byl při sledování vlivu produkčních znaků a vybraných koeficientů nepřímé selekce na tvorbu intenzivních forem ovsa v raných generacích potvrzen pozitivní vliv dostatečného nárůstu biomasy a počtu zrn z rostliny jako rozhodujících výnosotvorných prvků. Hmotnost 1000 zrn byla významně ovlivněna klimatem v období nalévání zrna. Jako vhodné kritérium nepřímé selekce u ovsa se ukázal sklizňový index (HI), vegetační růstová míra (GR) a jejich vzájemné působení. Dalších kritérií jako je poměrný znak DSH a jednotková míra slámy (USW) lze využít jako doplňujících k otestování pevnosti stébla. Ze sledovaného souboru křížení byly na základě těchto kritérií vybrány jako nejlepší kombinace: KM 102 x LP 8162, KM 102 x Lord, KM 102 x Nestor, KM 102 x KM 111 a KM 102 x Fabian s produktivitou 105 až 126 % k průměru souboru.

Literatura

- BLATT, G. M.: Response to two-way selection for harvest index in two wheat (*Triticum aestivum* L.) crosses. Austral. J. agric. Res., 28, 1977, s. 29-36.
 ELLISON, F. W. - LATTE, B. D. - ANTONEN, T.: Optimal regimes of selection for grain yield and harvest index in spring wheat. Euphytica, 34, 1985, č. 3, s. 625-639.

- GUPTA, S. S. - FREY, K. J. - COX, D. J.: Changes in several traits of oats caused by selection for vegetative growth rate. *Pl. Breed.*, 97, 1986, č. 3, s. 222-226.
- HELSEL, D. B. - FREY, K. J.: Genetic control of vegetative growth index in oats (*Avena* spp.). *Theor. appl. Genet.*, 65, 1983, s. 219-223.
- HELSEL, D. B. - ŠKRDLA, R. K.: Gains from direct and indirect grain yield selection in oats (*A. sativa* L.). *Z. Pfl.-Zücht.*, 90, 1983, s. 316-323.
- CHAUDHARY, B. D. - LUTHRA, B. D. - SINGH, V. P.: Studies on harvest index and related characters in wheat. *Z. Pfl.-Zücht.*, 79, 1977, s. 336-339.
- JALANI, B. S. - FREY, K. J. - BAILEY, T. B.: Variation in protein yield and its relationship to growth rate, harvest index, grain yield, and groat-protein content of oats (*Avena sativa* L.) following selfing and outcrossing of M_1 plants. *Z. Pfl.-Zücht.*, 86, 1981, č. 2, s. 89-98.
- JOHNSON, S. K. - HELSEL, D. B. - FREY, K. J.: Direct and indirect selection for grain yield in oats (*Avena sativa* L.). *Euphytica*, 32, 1983, č. 2, s. 407-413.
- LI, CH. CH.: Path analysis. California Pacific Grower, 1975.
- MACHÁŇ, F.: Evaluation of combining ability of oat varieties. *Scientia Agric. bohemoslov.*, 21, 1989, č. 2, s. 91-97.
- MACHÁŇ, F. - VYBÍRALOVÁ, M.: Vztahy mezi produkčními znaky, ideotypem rostlin a koeficienty nepřímé selekce u žita ozimého. *Genet. a Šlecht.*, 26, 1990, č. 4, s. 271-278.
- ŠÍP, V.: Kritéria výběru ve šlechtění obilovin na výnos. *Genet. a Šlecht.*, 18, 1982, č. 3, s. I-IX (Příloha).
- VELIKOVSKÝ, V.: Aplikace světových metod ve šlechtění ovsa. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VŠÚO 1979, 47 s.

Došlo dne 5. 3. 1990

F. Macháň, M. Vybíralová (Cereal Research Institute, Kroměříž, Czechoslovakia)

Methods of indirect selection in oats breeding

The investigation of suitable selection criteria has been the subject of an intensive research in many research sites. The methods of indirect selection based on mutual relations between morphologic and production traits can be successfully utilized for the oats selection in early generations. 11 foreign oats varieties and 24 hybrids in F_1 and F_2 generations were evaluated in VŠÚO Kroměříž in the years 1986-1987. The evaluated production and indirect selection traits are shown in Table I. For illustration, the results indicate only combinations with in commonly used KM 102 variety (Table II). The influence of weather conditions in both years, especially that of late sowing in the year 1977, is evident from the mean characteristics of parental variety traits (Table III). This situation has been reflected in the application of examined hybrid traits, too, especially in harvest index (Table IV). The importance of the plant biomass and number of grains per plant as decisive

yield-forming elements was confirmed in the case of oats (Table V). From the indirect selection coefficients for oats, especially the harvest index (HI) and cooperating the yield index and vegetative growth rate (GR) are highly applicable in the selection for yield. The high values of determining the influences of the production and morphologic traits ($R^2 = 0.96$) and the sectional correlation coefficient ($r = 0.98$) for these traits have confirmed their importance for the selection (Table VI). On the basis of these criteria, the following combinations have been selected as the best ones of the examined crossing set: KM 102 x LP 8162, KM 102 x Lord, KM 102 x Nestor, KM 102 x KM 111, KM 102 x Fabian with the productivity 105 up to 126% in relation to the set average.

oat; selection criteria; productivity; varieties; correlation

ŽIVOTNÍ JUBILEA

Šedesátiny prof. RNDr. Jana Vožd y, DrSc.

Dne 23. prosince 1990 se dožívá šedesátí let prof. RNDr. Jan Vožd a, DrSc., vedoucí pracovník a dlouholetý vedoucí Mendelea, vědeckého pracoviště VŠZ Brno v Lednici na Moravě a člen předsednictva dřívější komise matematických metod a výpočetní techniky (nyní komise biometrie) ČSAZ.

Narodil se v Hruškách u Břeclavi. Po vyučení u Bati ve Zlíně absolvoval dělnickou přípravku. První rok vysokoškolského vzdělání absolvoval na PF UJEP v Brně, odkud byl vyslán studovat genetiku a šlechtění rostlin na Biologickou fakultu Moskevské státní university. Studium ukončil s vyznamenáním v roce 1957.

Po návratu domů nastoupil do Mendelea v Lednici, kde pracuje dodnes. Ze skomírající stanice kukuřičného ústavu vybudoval geneticko-šlechtitelské pracoviště evropského významu, pokračující v tradicích svého zakladatele prof. Tschermaka a budovatele prof. Frimmela.

Vědecká práce prof. Vožd y, DrSc., je zaměřena na problematiku genetiky a šlechtění kukuřice. Zpočátku se zabýval genetikou a šlechtitelským využitím cytoplazmatické pylové sterility a obnovováním fertility pylu, šlechtěním samoopylených linií a hodnocením jejich kombinačních schopností.

Výsledky tohoto výzkumu jsou shrnuty v jeho kandidátské disertaci, obhájené v Ústavu experimentální botaniky ČSAV v Praze v roce 1966. Mezinárodní ocenění a uznání se Mendeleu dostalo za výsledky výzkumu, vedeného prof. Vožd o u, DrSc., v oblasti biometrické genetiky jako metody studie dědičnosti kvantitativních znaků, navazující bezprostředně na metodologie a cíle šlechtitelské práce. Pro orientaci výzkumu pohotově využíval poznatky čtyř mezinárodních vědeckých symposií Biometricko-genetické metody ve šlechtění rostlin, která se pořádala v Lednici od roku 1972 při příležitosti kulatých výročí

založení pracoviště prof. von Tschermakem v roce 1912. Ve sbornících z těchto sympozií najdeme referáty významných vědců v tomto oboru z celé Evropy. Tyto akce, organizované prof. V o ť d o u , DrSc., přispěly k růstu prestiže čs. biometrické. Výrazem ocenění úrovně tohoto vědního oboru je pověření EUCARPIA uspořádáním 8. mezinárodní konference **Biometrika ve šlechtění rostlin**, která se konala v Brně ve dnech 1.-6. července 1990 a na jejíž přípravě se prof. V o ť d a podílel.

Ve své organizační práci věnoval jubilant velkou pozornost mezinárodní vědecko-technické spolupráci. V letech 1967-1968 pracoval v Kubánské akademii věd v Havaně, v roce 1976 byl na dlouhodobé stáži v několika špičkových pracovištích kvantitativní a populační genetiky v SRN, přednášel za katedrami řady evropských a asijských vysokých škol Sovětského svazu v roce 1981. Aktivně pracoval v mezinárodním řešitelském kolektivu sedmi zemí na tématu **Dědičnost kvantitativních znaků, využití biometrických metod a modelů v genetice a šlechtění rostlin**, organizoval dvoustrannou a mnohostrannou spolupráci VŠZ Brno s Institutem cytologie a genetiky AV SSSR v Minsku, Institutem ekologické genetiky AV MSSR v Kišiněvě, Institutem genetiky AV BR v Sofii a s celou řadou dalších pracovišť. Tím umožňoval svým žákům a spolupracovníkům zahraniční stáže a vědecký růst ku prospěchu VŠZ Brno a dalších výzkumných pracovišť.

Rada zahraničních aspirantů a studentů naopak absolvovala vědeckou přípravu v Mendelevě Lednici.

Výsledky práce jubilanta a jeho kolektivu jsou shrnuty ve 28 výzkumných zprávách, 46 původních vědeckých pracích a více než 80 uveřejněných článcích, referátech z konferencí a sympozií u nás i v zahraničí. Mendelev se stalo též centrem týmového výzkumu v oblasti populační a kvantitativní genetiky kukuřice, sóji, rajčat, paprik a okurek u nás. Zejména spolupráce s VÚR Tmava, Šlechtitelskými stanicemi Čejč a Topolnky přinesla průkazné výsledky ve zvýšení produktivity a produkční stability našich hybridů kukuřice. Syntetické i nové poznatky výzkumu shrnul v doktorské disertaci **Metodologie biometricko-genetické analýzy kvantitativních znaků kukuřice ve šlechtitelských programech**, kterou obhájil v roce 1988. Své znalosti, zkušenosti a organizační schopnosti uplatnil jubilant i ve výuce genetiky rostlin, přípravě a budování Zahradnické fakulty VŠZ Brno v Lednici, kde od zřízení v roce 1985 vykonával funkci proděkana.

Přejeme našemu dlouholetému spolupracovníkovi a příteli prof. dr. Janu V o ť d o v i , DrSc., zdraví a dobré podmínky pro další práci ku prospěchu Mendelev VŠZ Brno, našeho biometricko-genetického výzkumu i šlechtitelské praxe.

Prof. RNDr. Jan Rod, DrSc., ing. Josef Pešek, DrSc.

ANALÝZA POPULACE PADLÍ TRAVNÍHO (*ERYSIPHE GRAMINIS* F. SP. *HORDEI*)

Antonín DREISEITL

Výzkumný ústav obilnářský, 767 41 Kroměříž

Pomocí souboru 11 odrůd a novošlechtění s geny rezistence *Ml-a1*, *Mla-3*, *Ml-a6* + *Ml-La*, *Ml-a7*, *Ml-a9* + *Ml-a12*, *Ml-a13*, *ml-o*, *Ml-(1192)*, *Ml-(7672)* a *Ml-(Es)* byla analyzována struktura populace padlí travního na ječmeni. Současně byly zjištěny významné změny v populaci patogena koncem vegetace ječmene (přibližně čtyři týdny po metání). Zjištěné zastoupení genů virulence vůči genům odolnosti současných odrůd a perspektivních novošlechtění je významné z hlediska jejich dalšího efektivního využití.

ječmen jarní; genotypy; padlí travní; virulence

Padlí travní je nejvážnější chorobou ječmene. Tato skutečnost vedla k intenzivnímu studiu odolných genetických zdrojů ječmene a k tvorbě rezistentních odrůd. S rezistentním šlechtěním je úzce spjato studium populace patogena. Cílem dřívějších analýz, které lze označit jako kvalitativní, bylo zjišťování výskytu, případně i zastoupení definovaných patogenů (ras) v populaci. Takovéto práce byly prováděny u nás (Brůckner, 1963; 1965) i v rámci evropského regionu (Nověrová et al., 1968).

Populace padlí je však tvořena mnoha patotypy, z nichž některé převládají a jiné jsou zastoupeny nepatrně. Působením evolučních mechanismů vznikají patotypy nové, které v závislosti na životních podmínkách opět zanikají, nebo vytlačují původní patotypy.

Metody kvalitativní analýzy dokázaly obtížně zachytit málo frekventované patotypy a změny v populaci patogena. Počet zjištěných patotypů byl ovlivněn zvoleným postupem, počtem provedených izolací a složením a počtem odrůd použitého testovacího sortimentu. Proto byly v dalším období záměrně vyhledávány jen ty patotypy, které umožňovaly využití či kombinaci nových genů odolnosti (Brůckner, 1976, 1982). Tyto práce byly významné pro rezistentní šlechtění, neposkytovaly však informace o šíři a dynamice změn v populaci patogena, vůči kterému bylo rezistentní šlechtění zaměřeno.

Požadované informace a nové patotypy lze efektivněji získávat metodami kvantitativní analýzy (W o l f e, S c h w a r z b a c h, 1975). Jejich využitím dochází k odklonu od dřívějšího zjišťování výskytu definovaných patotypů s množinou genů virulence ve prospěch zjišťování výskytu jednotlivých genů virulence, které se tak stávají základní jednotkou informace o populaci patogena. Pomocí těchto metod je mnohem podrobněji zkoumána i evropská populace padlí (L i m p e r t, F i s c h b e c k, 1987).

Cílem této práce bylo zjištění výskytu virulencí vůči odrudám ječmene jarního pěstovaným v zemědělské praxi, vůči perspektivním novošlechtěním i vůči některým dalším genům rezistence a zjištění změn ve složení populace padlí v závěru vegetace ječmene.

MATERIÁL A METODY

Kvantitativní analýzy populace padlí travního byly prováděny pomocí souboru pěstovaných odrůd ječmene jarního se známou rezistencí k tomuto patogenovi (D r e i s e i t l, 1989) a vybraných perspektivních novošlechtění. Do souboru byly zahrnuty i dvě odrůdy z mezinárodního testovacího sortimentu (Rabat a Emir) a univerzálně náchylná kontrola - odrůda Diamant (tab. I).

Uvedený soubor (má 12 odrůd a novošlechtění) byl použit ke dvěma samostatně hodnoceným analýzám. Pro jednu analýzu bylo vyseto přibližně po 30 zrnech každé odrůdy do jednoho z 10 vegetačních kelímků o průměru 8 cm. Po sedmi dnech pěstování ve skleníku byly soubory odrůd ve stadiu primárních listů rozmístěny do 10 předem vybraných bodů na pozemku VÚO Kroměříž, osetém genetickými školkami ječmene jarního.

Vysévání odrůd do vegetačních kelímků, pro snadnou manipulaci při převozu ze skleníku na pole a zpět, je považováno za vhodnou racionalizaci. Proto je v současné době v zahraničí široce využívána jako tzv. pohyblivá školka (mobile nursery). Autorství metody bývá připisováno kolektivu zahraničních autorů (E y a l et al., 1973). Stejným způsobem však postupoval již B e n d a (1962) při zjišťování potenciálního množství infekcí (konidií schopných vyvolat napadení) v porostu ječmene.

Před umístěním na pole (29. 6. a 6. 7. 1988) byly odstraněny pozdně vzešlé a slabé rostliny. Po 48 hodinách byly soubory převezeny zpět do zastíněného skleníku. Zde byly opět odstraněny poškozené a dodatečně vzešlé rostliny a po šesti dnech byly primární listy ostříhány k zjištění počtu vytvořených chorobných změn (pustul) padlí travního. V obou termínech bylo celkem analyzováno 4378 rostlin. V průměru bylo z každého vegetačního kelímku analyzováno 20,2 rostlin (prvních listů).

I. Analýza populace padlí travního (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) na lokalitě Kroměříž v roce 1988 - Analysis of powdery mildew population (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) in Kroměříž location in the year 1988

Genotyp ¹	Rezistence ²	1. analýza (expozice rostlin 29. 6.-1. 7.) ³				2. analýza (expozice rostlin 6. 7.-8. 7.) ⁴			
		počet ⁵		p/l	% ke kontrol ⁸	počet ⁵		p/l	% ke kontrol ⁸
		pustul ⁶	listů ⁷			pustul ⁶	listů ⁷		
Rabat	MI-a1	77	112	0,688	4,4	12	194	0,062	7,7
BR 3011	MI-a3	35	176	0,199	1,3	17	217	0,078	9,7
Jaspis	MI-a6 + MI-La	498	199	2,502	16,1	13	226	0,058	7,2
Fatran	MI-a7	994	184	5,402	34,8	14	227	0,062	7,7
G 1114	MI-a9 + MI-La	311	123	2,528	16,3	0	192	0	0
Emir	MI-a12	2444	173	14,127	91,0	101	244	0,414	51,2
Perun	MI-a13	1105	177	6,243	40,2	35	208	0,168	20,8
UH 54	MI-o	7	136	0,051	0,3	2	222	0,009	1,1
Jarek	MI-(1192)	808	113	7,150	46,0	15	184	0,082	10,1
R 1809	MI-(7672)	1952	154	12,675	81,6	57	189	0,302	37,4
C 545	MI-(Es)	151	168	0,899	5,8	6	211	0,028	3,5
Diamant (K)	-	2190	141	15,532	100,0	168	208	0,808	100,0
Σ		10 572	1 856		337,8 ^a	440	2 522		156,4 ^a
Ø				5,696 ^b				0,174 ^b	

a - Σ relativních četností virulencí (bez K) k použitým odrůdám - Σ relative virulence occurrence (without K) to used varieties

b - průměrný počet pustul na jednom primárním listu - mean number of pustules on a primary leaf

¹genotype; ²resistance; ³1st analysis, plant exposure on June 29 to July 7; ⁴2nd analysis, plant exposure on July 6 to 8; ⁵number; ⁶pustule; ⁷leaves; ⁸% for checking

Plocha listů nebyla zjišťována, neboť vizuální posouzení nesignalizovalo významné odrůdové rozdíly. Pouze kontrolní odrůda Diamant se vyznačovala menšími listy. Průměrný počet pustul na list (v tab. I označen p/l) byl dělen stejnou hodnotou kontrolní odrůdy. Podíl x 100 vyjadřuje relativní četnost (frekvenci) příslušných virulencí v populaci padlí travního.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Kvantitativní analýzy populace padlí travního na ječmeni byly u nás prováděny poprvé. Předpokládali jsme postupný, přibližně kontinuální vývoj populace padlí v průběhu vegetace hostitele, s výraznějšími změnami v jejím závěru. K tomuto účelu jsme vzájemně srovnávali výsledky první a druhé analýzy (tab. I.)

Pro vlastní zjištění struktury populace a její srovnání se zahraničními údaji (tab. II) je vhodnější zaměřit pozornost především na výsledky první analýzy. Složení zahraničních populací padlí travního bylo zjišťováno podobnými metodami, na různém počtu lokalit a pravděpodobně i v různých vývojových etapách hostitele v předchozích dvou letech. Byly použity většinou shodné geny rezistence zabudované zpravidla v jiných odrůdách. Přes tyto odlišnosti lze zahraniční výsledky využít pro srovnání získaných hodnot i k úvahám o využití genů odolnosti.

Nejmenší výskyt pustul padlí travního (0,3 a 1,1 %) byl zjištěn na listech nšl. UH 54 s recesivním genem odolnosti *ml-o* vůči padlí travnímu. Výskyt

II. Porovnání výsledků vybraných analýz evropské populace padlí travního (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) - Comparison of results of selected analyses of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) European population

Virulence ¹	1988 Kroměříž		1987				1986		V. Británie ^d	Dánsko ^e	
	1. termín ²	2. termín ³	PLR ^a	Rakousko ^b	SRN ^b	Itálie ^b	Francie ^b	Nizozemí ^c		1. lokalita ⁴	2. lokalita ⁵
V-a1	4,4	7,7	10	0-8	0-19	0-11	7	1	1	6	
V-a3	1,3	9,7	10	0-2	0-4	0	0-11	1	-	8	6
V-a6	-	-	64	58-69	65-100	0-22	32-78	57	23	101	86
V-La	-	-	51	32-47	2-83	13-44	22-91	-	8	38	75
V-a6 + La	16,1	7,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-a7	34,8	7,7	71	34-75	0-75	0-25	0-30	20	23	67	34
V-a9	-	-	60	13-60	0-78	0-13	0-6	29	2	26	32
V-a9 + V-La	16,3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-a12	91,0	51,2	65	52-84	8-96	13-33	22-96	10	24	30	51
V-a13	40,2	20,8	39	0-34	0-4	0	0	0	-	2	7
V-mlo	0,3	1,1	1	-	-	-	-	1	-	1	2
V-(1192)	46,0	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-(7672)	81,6	37,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-(Es)	5,8	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

a - Czembor, Gacek (1988)

b - Limpert, Fischbeck (1987)

c - Balkema - Boomstra (1987)

d - Wolfe et al. (1987)

e - Jorgensen, Houmoller (1987)

¹virulence; ²1st term; ³2nd term; ⁴1st locality; ⁵2nd locality

těchto kolonií nemusí signalizovat virulentní jedince. Gen *ml-o* je znám rezistentní reakcí vůči padlí s výskytem ojedinělých vyvinutých kolonií (kupek) mycelia s konidiemi. Pro tuto reakci, kterou se vyznačují genotypy s alelami genu *ml-o*, bylo zavedeno označení infekčního typu 0/(4). V zahraničí však byl zaznamenán posun ke zvýšení patogenity padlí na odrůdách s tímto genem (Schwartzbach, 1987).

Nízkou frekvencí v populaci padlí se vyznačovaly i geny *V-a1* (4,4 % a 7,7 %) a *V-a3* (1,3 % a 9,7 %). Pouze u těchto tří genů virulence bylo zaznamenáno jejich zvýšené relativní zastoupení v druhé analýze (*V-mlo* 3,7krát; *V-a1* 1,8krát; *V-a3* 7,5krát). Vysvětlení lze hledat v přítomnosti většího počtu novošlechtění s korespondujícími geny odolnosti na sledované lokalitě. Kolonie obsahující některý z uvedených genů virulence pocházely zřejmě z jedinců na příslušných genotypech hostitele, pro něž bylo zachování těchto virulencí životní nutností. Geny rezistence *ml-o*, *MI-a1* a *MI-a3* jsou sice obsaženy v evropských odrůdách ječmene, v československých odrůdách však dosud využity nebyly s výjimkou genu *MI-a1*, který obsahuje jedna ze dvou linií odrůdy Rubín.

U patotypů virulentních vůči rezistenci některé z ostatních osmi odrůd a nšl. (Jaspis, Fatran, G 1114, Emir, Perun, Jarek, R 1809 a C 545) bylo zaznamenáno nižší zastoupení při druhé analýze. Virulence vůči genům rezistence zabudovaným v odrůdách Fatran a Emir jsou již v evropské populaci hojně zastoupeny (tab. II). Z analýzy je zřejmé, že i gen virulence *V-a13* se již značně rozšířil, a to nejenom u nás, ale i v některých sousedních zemích (Polsko, Rakousko). Geny odolnosti *MI-(1192)* a *MI-(7672)* byly rozpracovány v Československu (Brückner, 1987). Z výsledků vyplývá, že zastoupení odpovídajících genů virulence v československé populaci padlí travního je vysoké i přesto, že oba uvedené geny představují rezistence použité v nejnovějších odrůdách. Velmi frekventované jsou v Evropě i virulence vůči jednotlivým genům rezistence obsaženým v odrůdě Jaspis a nšl. G 1114. Kombinovanou virulencí se vyznačuje nižší procento patotypů. Gen odolnosti *MI-(Es)*, obsažený v nšl. C 545, unožňoval menší napadení padlím travním. Jde o gen, který začíná být využíván v čs. ječmenech.

Získané výsledky potvrzují předpoklad významných změn v populaci padlí travního v důsledku rychlého zhoršování životních podmínek pro tohoto patogena v závěru vegetace ječmenů jarních [zvláště zvyšování obsahu sušiny v rostlinných pletivech v interakci s teplotami nad životním optimem pro padlí, změny hodnot pH (Benda, 1965) atd.]. V této době se na dospělých rostlinách v poli začaly hromadně vytvářet peritecia

s vřečky. Konidiální jedinci byli vystaveni sílícímu tlaku na jejich způsobilost k přežití. Ta je podle hypotézy, kterou uvedl Van der Plank (1968), zpravidla negativně ovlivňována počtem genů virulence.

Změny v počtu genů virulence v patotypch populace padlí byly hodnoceny porovnáním součtu relativních četností virulencí k použitým 11 odrůdám (bez K). Zatímco "průměrný patotyp" padlí travního byl při analýze 29. 6. - 1. 7. schopen překonávat 3,38 použitých odrůd, pak při analýze 6.-8. 7. jen 1,56 odrůd. V závěru vegetace ječmene (přibližně čtyři týdny po metání) tedy došlo k výraznému posunu od složitějších patotypů k jednodušším, to znamená k redukci patotypů s tzv. nadbytečnými geny virulence.

Důkazem snížení počtu genů virulence konce vegetace je i podíl pustul padlí na citlivé kontrolní odrůdě z celkového počtu kolonií. V prvním termínu se vyvinulo na odrůdě Diamant (K) 2190 pustul z celkového množství 10 572, což činí 20,7 %. O týden později bylo ze 440 kolonií zjištěno na kontrolní odrůdě 168 (38,2 %).

Zhoršující se podmínky pro padlí potvrzuje i značný pokles průměrného počtu vytvořených kolonií na jednom sledovaném listu (v prvním termínu 5,696; ve druhém termínu 0,174, což je přibližně 33krát méně).

Výsledky kvantifikují přítomnost genů virulence vůči dříve i v současné době používaným genům rezistence [*MI-a1*, *MI-a7*, *MI-a12*, *MI-a13*, *MI-(1192)*], vůči genům rezistence, které jsou na počátku předpokládaného využívání [*MI-a3*, *MI-(7672)*, *MI-(Es)*], i vůči kombinovaným odolnostem (*MI-a6* + *MI-La*, *MI-a9* + *MI-La*). Je zaznamenáno zvýšení patogenity padlí vůči perspektivnímu genu *ml-o*. Přizpůsobivost padlí travního vyvolává soustavný tlak na efektivní využívání rozpracovaných genů odolnosti a na získávání nových odolností metodami vnitrodruhovými i mezidruhovými hybridizací.

Literatura

- BALKEMA-BOOMSTRA, A. G.: Mildew resistance and virulence in the Netherlands. In: WOLFE, M. S. - LIMPET, E. (Eds): Integrated control of cereal mildews: Monitoring the pathogen. Dordrecht, 1987, s. 89-92.
- BENADA, J.: Padlí travní (*Erysiphe graminis* DC.) na ječmeni. II. Příspěvek k epidemiologii padlí. Rostl. Vyr., 8, 1962, s. 1287-1304.
- BENADA, J.: The influence of pH of barley tissues on the symptoms caused by powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC.). Phytopathol. Z., 54, 1965, s. 185-192.
- BRÜCKNER, F.: Padlí travní (*Erysiphe graminis* DC.) na ječmeni. III. Průzkum výskytu fyziologických ras na území ČSSR v letech 1960-1961. Rostl. Vyr., 9, 1968, č. 1, s. 1-8.
- BRÜCKNER, F.: Fyziologické rasy padlí travního (*Erysiphe graminis* DC) na ječmeni, zjištěné v roce 1963 v ČSSR, a možnosti jejich využití při šlechtění na rezistenci. In: Věd. Práce Výzk. Úst. obiln. Kroměříž, 4, 1965, s. 181-188.
- BRÜCKNER, F.: Reaction of varieties to a race of powdery mildew (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei* Marchal) virulent to the resistance donor Monte Cristo C.I. 1017. Ochr. Rostl., 12, 1976, č. 4, s. 267-271.

- BRÜCKNER, F.: Nález rasy padlí na ječmeni (*Erysiphe graminis* DC. var. *hordei* Marchal) překonávající geny rezistence *Ml-a9* a *Ml-a14*. Ochr. Rostl., 18, 1982, č. 2, s. 101-105.
- BRÜCKNER, F.: Přínos světového sortimentu ječmene ve šlechtění na odolnost proti padlí travnímu. V. Sbor. Ref. Zased. Kom. Genetiky a šlechtění ČSAZ u příležitosti 100. výročí narození N. I. Vavilova, Praha, 8. 12. 1987, s. 59-68.
- CZEMBOR, H. J. - GACEK, E.: Patogennost' populací gryba *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* v Pošce v 1986-1987 gg. Ref. Zased. RVHP, KOC II, I, téma 2, Krakow, 7.-9. 6. 1988.
- DREISEITL, A.: Odolnost československých odrůd ječmene jarního vůči padlí travnímu (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*). Genet. a Šlecht., 25, 1989, č. 1, s. 57-64.
- EYAL, Z. - YURMAN, R. - MOSEMAN, J. G. - WAHL, I.: Use of mobile nurseries in pathogenicity studies of *Erysiphe graminis hordei* in *Hordeum spontaneum*. Phytopathology, 63, 1973, s. 1330-1334.
- JØRGENSEN, J. H. - HOUMØLLER, M. S.: Distribution of powdery mildew resistance and virulence in Denmark. In: WOLFE, M. S. - LIMPET, E. (Eds): Integrated control of cereal mildews: Monitoring the pathogen. Dordrecht, 1987, s. 43-47.
- LIMPET, E. - FISCHBECK, G.: Distribution of virulence and of fungicide resistance in the European barley mildew population. In: WOLFE, M. S. - LIMPET, E. (Eds): Integrated control of cereal mildews: Monitoring the pathogen. Dordrecht, 1987, s. 9-30.
- NOVER, I. - BRÜCKNER, F. - WIBERG, A. - WOLFE, M. S.: Rassen von *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei* Marchal in Europa. Z. Pfl.-Krank. Pfl.-Schutz, 75, 1968, s. 350-353.
- PLANK van der, J. E.: Disease resistance in plants. New York and London, Academic Press, 1968.
- SCHWARZBACH, E.: Shifts to increased pathogenicity on *Ml-o* varieties. WOLFE, M. S. - LIMPET, E. (Eds): Integrated control of cereal mildews: Monitoring the pathogen. Dordrecht, 1987, s. 5-7.
- WOLFE, M. S. - SCHWARZBACH, E.: The use of virulence analysis in cereal mildews. Phytopath. Z., 82, 1975, s. 297-307.
- WOLFE, M. S. - SLATER, S. E. - MINCHIN, P. N.: Populations of the barley mildew in the UK. In: WOLFE, M. S. - LIMPET, E. (Eds): Integrated control of cereal mildews: Monitoring the pathogen. Dordrecht, 1987, s. 117-128.

Došlo 30. 6. 1986

A. Dreiseitl (Cereal Research Institute, Kroměříž, Czechoslovakia)

Analyses of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) populations

The previous analyses of barley powdery mildew, conducted by Brückner in Czechoslovakia, were aimed at investigation of occurrences and conceivably of proportions of defined pathotypes in powdery mildew population. This work was directed to the determination of occurrence of powdery mildew virulences to resistance genes involved in cultivated spring barley varieties and new lines. The attention was paid as well to the changes in the structure of powdery mildew population at the end of barley vegetation period. Two analyses were made by a mobile nursery method [according to Benada (1962)], using the varieties and lines which are given in Table I together with

corresponding resistance genes. Table II brings the results and their informative comparison with selected data from abroad. The highest proportion of virulences was recorded in relation to Emir variety carrying *Ml-a12* gene. This allele was utilized in Czechoslovakia only in Zeffir variety which was not widespread very much. This resistance, however, was frequent in barleys grown in neighbouring states, especially in Poland. High frequency was found for *V-a13* gene. Corresponding resistance allele is involved in many inland barley varieties. The barleys carrying this allele have been grown on more than a half of barley growing areas for several years. There exists a high proportion of V-(1192) and particularly V-(7672) virulences, despite the fact that two genes were used in Czechoslovak varieties for the first time and the distribution of these varieties is not significant yet. The proportion of virulence genes *V-a1*, *V-a3*, *V-(Es)* and virulence combinations *V-a6 + V-La*, *V-a9 + V-La*, as well as the occurrence of powdery mildew on barley line carrying *mlo* gene, provide the reasons for further utilization of particular resistances. The results reflect significant changes in powdery mildew populations due to rapid deterioration in environmental conditions which are necessary for this pathogen at the end to barley vegetation (increasing dry matter content in plant tissues, temperatures above the life optimum for powdery mildew, variation in pH values etc.). Thus, the conidial stage of pathogen was exposed to increasing pressure on its capability. The changes were evaluated in the number of virulence genes in pathotypes of powdery mildew population, comparing the sum of relative frequencies of individual virulences to the 11 varieties used (without K). While the "average pathotype" of powdery mildew was able to overcome 3.38 varieties in case of analysis performed on 29 June to 1 July, it was only 1.56 varieties when analysed on 6 - 8 July. Thus, at the end barley vegetation (about 4 weeks after heading) we could record a considerable shift from relatively more complicated pathotypes to simpler ones, i. e. the reduction of pathotypes with so called over-abundant virulence genes. The reduction in the number of virulence genes by the end of vegetation is also proved by proportion of powdery mildew pustules on sensitive control variety out of determined total number of colonies. On the first date there were 2191 pustules present on Diamant variety (K) from a total number of 10572, i. e. 20.7%. A week later 168 colonies were found on the control variety, which represents 38.2% of total 440 ones. These results can document the negative influence of virulence gene number on powdery mildew capability in worsened conditions.

spring barley; genotypes; powdery mildew; virulence

KLASIFIKACE KOMBINACÍ KŘÍŽENÍ BRAMBORŮ Z HLEDISKA JEJICH VHODNOSTI PRO ŠLECHTĚNÍ NA REZISTENCI PROTI *PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY NA HLÍZÁCH V POLNÍCH PODMÍNKÁCH

Josef ZADINA

Výzkumný ústav bramborářský 580 03, Havlíčkův Brod

V práci je porovnávána vhodnost dvou samoopylení a 23 kombinací křížení odrůd bramborů z hlediska rezistence jejich potomstev proti plísni bramborové na hlízách. Na vhodnost kombinací je usuzováno z procenta klonů plísni nenapadených a průměrného procentuálního napadení jejich potomstev. Byly zjištěny kombinace s vysokým procentem nenapadených kříženců a nízkým průměrným napadením potomstva a kombinace s nízkým procentem nenapadených kříženců a vysokým průměrným procentem napadení potomstva. Byly však zjištěny i kombinace s relativně vysokým procentem nenapadených kříženců a vysokým průměrným napadením potomstva. Dosažené výsledky ukazují na rozličnou reakci testovaných populací vůči plísni bramborové podle použitých rodičovských partnerů. Diferenciace mezi hodnocenými kombinacemi je tím větší, čím silnější je výskyt plísne bramborové. Údaje zjištěné v dílčích populacích ukazují na velmi dobrou reprodukovatelnost dosahovaných výsledků. Koeficienty korelace propočítané mezi průměrným napadením potomstev plísni bramborovou u kombinací testovaných ve více letech byly převážně vysoce průkazné - ukazují na dobrý souhlas v napadení hlíz plísni bramborovou podle let. V přirozených polních podmínkách, pokud se vyskytne plíseň bramborová, možno provádět výběr kombinací vhodných pro šlechtění bramborů na rezistenci proti plísni bramborové na hlízách, ale i provádět vlastní šlechtění na rezistenci proti plísni bramborové.

plíseň bramborová; hnědá hniloba hlíz; rezistence hlíz; rezistentní šlechtění; rezistence populací

Šlechtění bramborů na rezistenci proti plísni bramborové [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] je stále velmi aktuální, neboť plíseň bramborová, i když bylo dosaženo určitých konkrétních výsledků (Z a d i n a, 1964, 1971, 1989; K l e i n h e m p e l, G ö t z, 1982 aj.), náleží stále ještě k nejzávažnějším chorobám bramborů. Plíseň škodí na nati i na hlízách. Na nati ničí listy - asimilační aparát bramborových rostlin, a tím omezuje tvorbu hlíz, a na hlízách tím, že hlízy - produkt asimilace listového aparátu - po infekci zárodky plísne bramborové z listů propadají hnilobě, a tím dochází k jejich zničení - ke shnití. Šlechtění bramborů na rezistenci proti plísni bramborové musí být vedeno dvěma směry - šlechtění na rezistenci natě bramborových rostlin a šlechtění na rezistenci hlíz. Důvodem je skutečnost, že mezi

rezistencí natě a rezistencí hlíz nemusí být vždy pozitivní vztah (Z a d i n a, 1950 aj.). Vlastní šlechtění je nutné na dosažení horizontální (relativní, nespecifické) rezistence, vzhledem k tomu, že vertikální (přecitlivělostní, specifická) rezistence proti plísni bramborové je prolamována nově vznikajícími patotypy plísně. Přesto však některé výsledky (T o x o p e u s, 1956; L a p - w o o d, M c K e e, 1961; Z a d i n a, 1965, 1966, 1969, 1970a, 1989; P i o t r o w s k i, 1975; D a r s o w et al., 1987 aj.) poukazují na to, že by vertikální rezistence neměla být ponechána zcela stranou.

Účelem předložené práce je prezentovat výsledky dosažené při sledování rezistence řady kombinací křížení odrůd bramborů proti plísni bramborové na hlízách v polních podmínkách. Tím poukázat na možnost poměrně snadného výběru kombinací křížení, event. i odrůd - rodičovských partnerů samých, z hlediska rezistence jejich potomstva proti plísni bramborové na hlízách a přispět k racionalizaci šlechtitelské práce ve směru dosažení vyššího zastoupení šlechtitelského materiálu s rezistencí proti plísni na hlízách a vyšší rezistencí šlechtitelského materiálu proti plísni bramborové na hlízách vůbec.

Problematicke relativní rezistence hlíz bramborů proti plísni bramborové byla a je ve světě věnována značná pozornost. V poslední době byla řešena zejména v NDR (D a r s o w, 1983, 1987; D a r s o w et al., 1987), ale i jinde (B j o r, 1987 aj.). U nás se této otázce do značné míry věnoval Z a d i n a (1969, 1970b, 1989) a v poslední době H o r á č k o v á (1989, 1990). Rezistence šlechtitelských materiálů proti plísni bramborové na hlízách je však většinou hodnocena v umělých (laboratorních) podmínkách. To však při inokulaci celých nepoškozených hlíz je poměrně pracné a málo expeditivní. Údaje o využití přirozených polních podmínek při propracovávání geneticko-šlechtitelských základů pro šlechtění bramborů na rezistenci proti plísni bramborové na hlízách, příp. ve šlechtění bramborů vůbec, na základě hodnocení celých populací, jako je tomu např. při šlechtění bramborů na rezistenci proti virům (M ö l l e r, 1965), nejsou až na výjimky (T o x o - p e u s, 1961; Z a d i n a, 1970a, b) pokud nám je známo, k dispozici.

MATERIÁL A METODY

Řešení uvedené problematiky probíhalo v letech 1966-1969. Seznam a rozsah materiálu, u něhož byl hodnocen výskyt plísně bramborové na hlízách (hnědá hniloba hlíz) vyplývá z tab. II. Celkově bylo v rámci hodnoceného materiálu za rodičovské partnery využito 18 odrůd různé rezistence proti plísni bramborové na hlízách - Apollo (-), Apta (4), Aquila (7), Athene (-),

I. Bonitační stupnice pro hodnocení úrovně napadení hlíz plísní bramborovou u klonů potomstev ze samoopylení a kombinací křížení brambor - Value scale for evaluating the level of tuber infestation by potato blight in clones of progenies from self-pollination and combinations of potatoes crossing

Bonitační stupeň ¹	Procento hlíz napadených plísní ²
9	0,0
8	0,1 - 2,5
7	2,6 - 5,0
6	5,1 - 10,0
5	10,1 - 20,0
4	20,1 - 30,0
3	30,1 - 40,0
2	40,1 - 50,0
1	50,1 a více

¹value grade; ²percentage of blight infested tubers

Diana (6), Fortuna (6), Gülzow 633 (-), Hera (7), Lichtblick (-), Majo (7), Meise (-), Merkur (8), Oda (6), Rheinhort (8), Rosafolia (9), Saco (5), Saphir (8) a Schwalbe (7). V závorce za jménem odrůd je uvedena úroveň rezistence těchto odrůd proti plísní na hlízách v bodech devítibodové bonitační stupnice 9-1; 9 = nejvyšší úroveň rezistence, - = stupeň rezistence nebyl zjištěn (Z a d i n a, 1973). Pokud se týká materiálu hodnocených kombinací křížení, byl vyprodukován jako semenáče zčásti v roce 1966 (materiál hodnocený na výskyt plísně bramborové na hlízách po tři roky) a zčásti v roce 1967 (materiál hodnocený na výskyt plísně po dva roky). Od každého klonu (klonů ze samoopylení a kříženců z kombinací křížení) byly vysazovány hlízy v čtyřhlízových záhonech. Sklizeň byla prováděna v týdenních intervalech - sklizeny byly vždy klony, u nichž došlo k ukončení vegetace v důsledku napadení plísní bramborovou (postřiky proti plísní bramborové nebyly prováděny). Sklizeň byla prováděna do silonových pytlíků. Tyto byly ukládány do dřevěných lísek a skladovány v bramborárně. Během zimy pak byly prováděny rozbory. U každého klonu byl spočítán celkový počet sklizených hlíz a počet hlíz napadených plísní bramborovou. Pokud byly hlízy napadené plísní (hnijící hlízy) vyloučeny již na poli, byly (podle údajů uvedených ve sklizňovém sešitě) připočítány, takže u každého klonu byl zjištěn celkový počet hlíz napadených plísní. Pro možnost srovnávání bylo

II. Kombinace křížení a samoopylení bramborů, jejichž potomstva byla hodnocena na rezistenci proti plísní bramborové na hlízách, procentuální zastoupení klonů v bonitačních stupních a celkové průměrné naplnění - Combination of potatoes crossing and self-pollination, progenies of them have been evaluated for resistance to potato blight on tubers, percentual clone occurrence in value grades and total mean infestation

Hodnocená potomstva ¹		Hodno- cení klonů (křížen- ců) ⁴	Zastoupení klonů v bonitační třídě [%] ⁵									Celkové průměrné napadení potomstva [%] ⁶		
Ozna- čení ²	Kombinace křížení (samoopylení) ³		9	8	7	6	5	4	3	2	1	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	s
1	Apta - samoopylení	194	8	14	15	27	22	6	3	3	3	10,84	0,937	11,96
2	Saphir - samoopylení	196	30	12	20	18	16	1	2	1	-	5,64	0,568	7,51
3	Saphir x Apta	206	39	12	20	15	10	2	1	1	-	4,35	0,454	6,44
	Saphir x Apta	221	33	15	16	17	14	2	1	1	1	6,10	0,692	9,92
	Saphir x Apta	276	40	11	17	16	11	3	1	-	1	4,85	0,481	7,64
	Saphir x Apta	237	39	10	21	21	8	-	1	-	-	4,56	0,392	5,64
4	Apta x Rheinhort	370	35	18	17	19	9	2	-	-	-	3,98	0,281	5,21
	Apta x Rheinhort	366	31	20	17	18	10	3	1	-	-	4,89	0,348	6,49
5	Apta x Saco	348	11	9	12	30	26	8	2	2	1	10,29	0,518	9,05
	Apta x Saco	403	9	7	15	23	29	10	4	2	1	12,55	0,608	11,19
6	Apta x Merkur	304	31	11	20	21	12	3	1	1	-	5,48	0,404	6,96
7	Athene x Apta	379	13	10	15	26	28	5	2	1	-	8,85	0,413	8,02
	Athene x Apta	386	9	6	16	26	31	9	2	1	-	10,23	0,459	8,72
8	Athene x Saphir	170	20	9	15	27	19	7	3	-	-	5,97	0,311	6,69
9	Saphir x Diana	152	27	3	13	24	18	6	5	2	2	10,16	1,244	12,74
	Saphir x Diana	206	29	2	13	25	22	5	3	1	-	9,15	0,813	8,94
	Saphir x Diana	162	30	2	17	17	17	10	4	2	1	9,59	1,181	11,02
10	Saphir x Fortuna	191	11	21	19	28	14	5	1	1	-	7,11	0,585	7,82

Pokračování tabulky I.

Ozna- čení ²	Hodnocená potomstva ¹ Kombinace křížení (samoopylení) ³	Hodno- ceno klonů (křížen- ců) ⁴	Zastoupení klonů v bonitační třídě [%] ⁵									Celkové průměrné napadení potomstva [%] ⁶		
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	s
11	Saphir x Gülzow 633	179	11	5	11	24	24	13	6	3	3	13,99	0,996	13,05
12	Saphir x Hera	252	28	1	14	24	21	6	4	1	1	9,00	0,802	10,52
13	Saphir x Majo	360	23	4	15	22	22	9	2	2	1	10,99	0,850	12,02
14	Majo x Saphir	242	23	3	15	23	21	10	2	1	2	11,14	1,084	12,55
15	Saphir x Meise	356	14	2	13	21	27	13	6	2	2	13,64	0,746	13,33
16	Saphir x Oda	198	23	15	24	24	10	2	1	1	-	5,24	0,471	6,26
17	Saphir x Saco	312	5	1	8	20	34	15	9	4	4	17,82	0,790	14,03
18	Saphir x Schwalbe	163	30	4	14	21	23	6	1	-	2	7,36	0,605	7,58
19	Saco x Hera	179	18	1	11	22	31	10	1	3	3	12,53	1,021	12,87
20	Apollo x Schwalbe	239	34	10	18	22	12	2	1	-	1	5,08	0,478	7,13
21	Saco x Schwalbe	294	4	2	8	22	30	21	9	3	1	16,78	0,763	11,99
	Saco x Schwalbe	103	6	2	6	18	41	13	9	4	1	16,68	1,402	11,64
22	Meise x Aquila	113	22	6	16	25	23	4	3	1	-	8,44	0,855	9,00
23	Meise x Gülzow 633	116	15	4	12	15	26	7	6	4	11	17,67	1,838	19,36
24	Meise x Merkur	184	30	9	15	23	14	6	1	1	1	6,73	0,673	8,44
25	Meise x Rosafolia	168	45	10	17	21	5	1	-	1	-	3,79	0,480	6,03

¹evaluated progenies; ²marking; ³combination of crossing (self-pollination); ⁴number of evaluated clones (hybrids); ⁵clone occurrence in value class [%]; ⁶total average infestation of progeny [%]

u každého klonu propočítáno procento hlíz napadených plísní a klony potomstva každé kombinace pak byly, podle intenzity napadení plísní bramborovou, zatříděny do devíti skupin (9 bonitačních stupňů) (tab. I.). Dále bylo v potomstvu každé kombinace propočítáno průměrné procento napadených hlíz - s uvedením střední chyby (s_x) a směrodatné odchylky (s) jako bližších charakteristik průměru. Vhodnost každé kombinace křížení pro šlechtění na rezistenci proti plísni bramborové na hlízách může být charakterizována počtem klonů napadených plísní a průměrným procentem hlíz napadených plísní u klonů potomstva (dále uváděno jako průměrné napadení potomstva).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky dosažené při řešení problematiky možnosti klasifikace kombinací křížení bramborů z hlediska jejich vhodnosti pro šlechtění na rezistenci proti plísni bramborové na hlízách jsou uvedeny v tab. II až IV.

V tab. II je uveden hodnocený materiál a výsledky provedeného sledování - podle zjištění v roce 1968. Tento rok byl vybrán vzhledem k tomu, že v něm šlo o nejintenzivnější napadení porostů plísní bramborovou. Na výskyt plísně bramborové na hlízách (hnědou hnilobu hlíz) bylo hodnoceno 8243 klonů z dvou samoopylení a 23 kombinací křížení odrůd. Za účelem zjištění reprodukovatelnosti výsledků bylo od pěti kombinací křížení vysazeno potomstvo ve více opakováních - potomstvo kombinace Saphir x Apta ve čtyřech opakováních, potomstvo kombinace Saphir x Diana ve třech opakováních a potomstvo kombinací Apta x Rheinhort, Apta x Saco a Athene x Apta ve dvou opakováních. V opakováních se jedná o neidentické potomstvo, tzn. o další křížence té které kombinace křížení. Porovnáme-li procento klonů plísní nenapadených a průměrné napadení potomstev v opakováních v každé z uvedených kombinací, zjišťujeme, že dosažené údaje jsou velmi blízké a poukazují tak na velmi dobrou reprodukovatelnost výsledků. Na dobrou reprodukovatelnost dosahovaných výsledků poukazuje i výskyt plísní napadených kříženců v kombinacích vzájemně reciprokého křížení odrůd Saphir a Majo. V těchto kombinacích bylo dosaženo až nápadně blízkého zastoupení klonů nenapadených plísní i průměrného napadení potomstva plísní, avšak i velmi blízkého procentuálního zastoupení klonů v jednotlivých bonitačních třídách napadení. Současně je však možné poukázat na dostatečné rozdíly v uvedených sledovaných ukazatelích mezi potomstvy různých kombinací, takže je možné dobře diferencovat mezi kombinacemi pro šlechtění brambor na rezistenci proti plísni bramborové

na hlízách vhodnými a kombinacemi nevhodnými. Vyskytují se kombinace s vysokým procentem nenapadených klonů a nízkým průměrným napadením potomstva (Saphir x Apta, Apta x Rheinhort aj.), kombinace se středním procentem nenapadených klonů a středním průměrným napadením potomstva (Saphir x Hera, Saphir x Majo, Meise x Aquila aj.) a kombinace s nízkým procentem nenapadených hlíz a vysokým průměrným napadením potomstva (Saphir x Saco, Saco x Schwalbe, Meise x Gülzow 633 aj.). Poslední z uvedených kombinací jsou šlechtitelsky nevhodné. Nejvyšší procento nenapadených klonů (45 %) a nejnižší průměrné napadení potomstva (3,79 %) vykazuje kombinace Meise x Rosafolia - zřejmě zásluhou odrůdy Rosafolia vysoce rezistentní proti plísni na hlízách. Dále následují kombinace Apta x Rheinhort (35 a 3,98 %, resp. 31 a 4,89 %), Apollo x Schwalbe (34 a 5,08 %) a další. Naopak nejnižší procento nenapadených klonů a nejvyšší průměrné napadení potomstva (kombinace šlechtitelsky nevhodné) vykazují kombinace Saphir x Saco (5 a 17,82 %), Saco x Schwalbe (4 a 16,78 %, resp. 6 a 16,68 %) a další. Vyskytují se však i kombinace, jejichž potomstvo má poměrně vysoké procento nenapadených klonů a současně i poměrně vysoké napadení potomstva - např. potomstvo kombinací Saco x Hera (18 a 12,53 %), Saphir x Meise (14 a 13,64 %) event. i další. Z uvedených zjištění je zřejmé, že i v kombinacích s rodičovským partnerem náchylným k plísni je možné získat klony vůči plísni na hlízách vysoce odolné, je-li za druhého rodičovského partnera použita odrůda o vysoké rezistenci proti plísni bramborové na hlízách. K těmto v uvedených dvou kombinacích náleží odrůdy Saphir a Hera. V důsledku uplatnění vlivu odrůd náchylných k plísni na hlízách (v uvedených kombinacích odrůdy Saco a Meise) se v potomstvu těchto kombinací současně vyskytuje vysoké zastoupení klonů, jejichž hlízy jsou ve vysokém procentu napadeny plísní. Tím tato potomstva vykazují relativně vysoké průměrné napadení plísní bramborovou. Pokud se týká hodnocených samoopylení odrůd poukazují zjištěné výsledky na podstatně rezistentnější potomstvo (30 % nenapadených klonů a 5,64% průměrné napadení potomstva) odrůdy Saphir oproti rezistenci potomstva odrůdy Apta (8 % nenapadených klonů a 10,84% průměrné napadení potomstva). Uvedené zjištění potvrzuje i rezistence (napadení) kombinací křížení Athene s odrůdami Saphir (20 % nenapadených klonů a 5,97% průměrné napadení potomstva) a Apta (13, resp. 9 % nenapadených klonů a 8,85, resp. 10,23% průměrné napadení potomstva). Z testovaných kombinací křížení možno na základě zjištěných výsledků vybrat jak odrůdy vhodné pro šlechtění na rezistenci proti plísni bramborové na hlízách, tak i odrůdy v tomto směru nevhodné. Do první skupiny je možné zařadit

III. Porovnání procenta kříženců nenapadených plísní bramborovou na hlízách ve třech kombinacích křížení odrůd různé rezistence ve třech letech s různou intenzitou výskytu plísně bramborové - Comparison of the percentage of hybrids the tubers of which were not infested by potato blight, in three combinations of crossing the varieties with different resistances in three years with different intensity of potato blight incidence

Hodnocená potomstva ¹		Procenta kříženců plísní na hlízách nenapadených (bonitační stupeň 9) v roce ⁴		
Označení ²	Kombinace křížení ³	1967	1968	1969
3	Saphir x Apta	52	39	64
	Saphir x Apta	49	32	58
	Saphir x Apta	53	39	55
	Saphir x Apta	56	39	61
4	Apta x Rheinhort	57	35	42
	Apta x Rheinhort	64	32	54
5	Apta x Saco	36	11	16
	Apta x Saco	43	6	12

¹evaluated progenies; ²marking; ³combination of crossing; ⁴percentage of crossbreds with tubers free of blight (value class 9) in the year

odrůdy Rosafolia, Merkur, Rheinhort, Saphir, Oda, Hera a Apollo, do druhé skupiny odrůdy Saco, Gülzow 633, Meise a s velkou pravděpodobností i odrůdu Athene. Závěr o větší či menší vhodnosti dalších použitých odrůd možno učinit na základě hodnocení dalších kombinací, v nichž tyto odrůdy budou použity jako rodičovští partneři.

V tab. III je u tří kombinací křížení vysazených v několika opakováních a testovaných na rezistenci potomstva proti plísní na hlízách ve třech po sobě jdoucích letech (1967-1969) porovnáno procento klonů nenapadených plísní. Ze zjištěných údajů vyplývá značná závislost nenapadeného potomstva na jednotlivých letech. Nejnižší procento nenapadených klonů (kříženců) bylo zjištěno v roce 1968 (29,1 %), dále pak v roce 1969 (45, %) a nejvyšší procento v roce 1967 (51,3 %). Důležité však je zjištění, že prakticky ve všech třech letech je možné diferencovat mezi kombinacemi s potomstvem náchylným k plísní na hlízách a kombinacemi s potomstvem proti plísní na hlízách rezistentním - i když nejvhodnější z tohoto hlediska jsou roky se silným výskytem plísně bramborové (v našem případě konkrétně rok 1968).

Vzhledem k tomu, že potomstva kombinací křížení uvedených v tab. II byla na rezistenci proti plísní bramborové hodnocena ve dvou, resp. i třech po sobě jdoucích letech, byly propočítány koeficienty korelace mezi průměrným

IV. Korelační koeficienty pro vztah mezi průměrným napadením hlíz plísní bramborovou ve sledovaných potomstvech v letech 1967/1968 a 1968/1969 - Correlation coefficients for the relation among average tuber infestations by potato blight in examined progenies in the years 1967/1968 and 1968/1969

Hodnocená potomstva ¹		Hodno- ceno jedinců ⁴	Korelační koeficienty za roky ⁵	
Ozna- čení ²	Kombinace křížení (samoopylení) ³		1967/1968	1968/1969
1	Apta - samoopylení	163	0,4385++	0,3031++
2	Saphir - samoopylení	175	0,2468++	0,1770+
3	Saphir x Apta	183	0,5802++	0,2095++
	Saphir x Apta	206	0,3409++	0,3209++
	Saphir x Apta	253	0,3641++	0,3544++
	Saphir x Apta	208	0,2130++	0,1093
4	Apta x Rheinhort	343	0,2078++	0,3709++
	Apta x Rheinhort	347	0,2734++	0,2013++
5	Apta x Saco	306	0,3955++	0,4004++
	Apta x Saco	339	0,2526++	0,2429++
6	Apta x Merkur	297	-	0,2278+
7	Athene x Apta	377	-	0,1279+
	Athene x Apta	361	-	0,1181++
8	Athene x Saphir	464	0,2196++	0,4222++
9	Saphir x Diana	105	-	0,2319++
	Saphir x Diana	121	-	0,4149++
	Saphir x Diana	87	-	0,4581++
10	Saphir x Fortuna	179	0,3854++	0,1975++
11	Saphir x Gülzow 633	172	-	0,3394++
12	Saphir x Hera	103	-	0,2225++
13	Saphir x Majo	81	-	0,5436++
14	Majo x Saphir	61	-	0,3833++
15	Saphir x Meise	176	-	0,3121++
16	Saphir x Oda	62	-	0,2917+
17	Saphir x Saco	616	0,1157+	0,1684++
18	Saphir x Schwalbe	85	-	0,2865++
19	Saco x Hera	159	-	0,3872++
20	Apollo x Schwalbe	223	-	0,2143++
21	Saco x Schwalbe	247	-	0,2848++
	Saco x Schwalbe	69	-	0,1574
22	Meise x Aquila	111	-	0,2875++
23	Meise x Gülzow 633	111	-	0,4467++
24	Meise x Merkur	176	-	0,3582++
25	Meise x Rosafolia	158	-	0,3637++

¹evaluated progenies; ²marking; ³combination of crossing (self-pollination); ⁴number of evaluated individuals; ⁵correlation coefficients for years

napadením potomstev těchto kombinací v jednotlivých letech (tab. IV). Můžeme uvést, že převážná většina korelačních koeficientů je vysoce průkazná - z celkového počtu 47 koeficientů korelace jich je 41 vysoce průkazných, čtyři jsou průkazné a dva neprůkazné a že, i když nedosahují vysokých hodnot, poukazují na poměrně dobrý souhlas v napadení kříženců jednotlivých potomstev v jednotlivých letech. Nevysoká hodnota korelačních koeficientů vyplývá z toho, že podmínky v letech hodnocení rezistence nebyly stejně příznivé pro rozvoj plísně bramborové na listech a nebylo tak dostatek infekčního zdroje (konidií), takže nemohlo dojít k infekci hlíz i kříženců náchylných k plísni bramborové. Současně však z nich pro vlastní šlechtění bramborů také vyplývá, že i sebelepší kříženci šlechtitelského materiálu vedeného na šlechtitelských stanicích, u nichž byl zjištěn vyšší výskyt plísně na hlízách, by měli být z dalšího šlechtění nekompromisně vyloučeni, neboť se bezesporu jedná o křížence náchylné k plísni bramborové, kteří by při event. povolení jako odrůda v praxi nemohli uspět.

Celkově ze zjištěných výsledků vyplývá, že v "plísňových letech" poskytuje napadení potomstev kombinací křížení bramborů v polních podmínkách odpovídající obraz o vhodnosti těchto kombinací z hlediska rezistence proti plísni na hlízách, a tedy o efektivnosti takovýchto kombinací křížení. Dále můžeme provádět ve směru rezistence proti plísni bramborové výběr jednak rodičovských partnerů vhodných pro šlechtění na rezistenci proti plísni bramborové, jednak rezistentních kříženců ve šlechtitelském materiálu. Křížence silněji napadené je nutné jako neperspektivní ze šlechtitelského vedení včas vylučovat. Na konečnou rezistenci ostatních kříženců možno usuzovat až na základě dalších výsledků, příp. možno též takovéto křížence zařadit do provokačních zkoušek rezistence. Možno očekávat, že důsledné uplatnění uvedených poznatků a z nich vyplývajících závěrů v novošlechtění bramborů přispěje k zefektivnění šlechtění bramborů z hlediska rezistence proti plísni bramborové na hlízách.

Dosažené výsledky jsou v souladu s poznatkami, které uvádějí T o x o - p e u s (1961) a Z a d i n a (1970b).

Za rodičovské partnery ve shora uvedených kombinacích (tab. II) byly použity odrůdy klasifikované z hlediska rezistence proti plísni bramborové jednak jako r-genotypy (Apollo, Athene, Hera, Lichtblick, Majo, Merkur, Rosafolia a Schwalbe), jednak jako R_1 -genotypy (Apta, Aquila, Diana, Fortuna, Gůlzov 633, Meise, Oda, Rheinhort a Saco), resp. R_3 -genotypy (Saphir). V testovaném potomstvu se tedy mohly vyskytovat jen r-, R_1 -, R_3 - a R_1R_3 -genotypy. Podle průzkumu složení populace plísně bramborové prováděného v období, kdy experimentální práce probíhaly, byly zjišťovány

patotypy 0, 1, 2, 3, 4, 1.3, 1.4, 2.4 a další (Z a d i n a, 1964, 1966, 1970 aj.). Existovaly tedy podmínky k tomu, aby hlízy potomstev všech kombinací křížení mohly být plísní bramborovou napadeny.

V současné době, kdy se za rodičovské partnery při křížení bramborů často používají odrůdy - vyšší rezistentní genotypy vertikální rezistence proti plísní bramborové, je základním předpokladem pro objektivní klasifikaci hodnocených kombinací křížení bramborů z hlediska jejich vhodnosti pro šlechtění na rezistenci proti plísní bramborové v polních podmínkách znalost patotypového složení populace plísně bramborové a možného spektra rezistentních genotypů v jednotlivých populacích kombinací křížení. Na základě těchto znalostí pak možno z dosažených výsledků činit zodpovědné závěry a event. podle potřeby zařadit provokační zkoušky rezistence hlíz za využití příslušných specializovaných patotypů plísně bramborové.

Literatura

- BJOR, T.: Testing the resistance of potato genotypes to tuber late light. *Potato Res.*, 30, 1987, č. 4, s. 525-532.
- DARSOW, U.: Prüfung unverletzter, erntefrischer Kartoffelknollen auf relative Braunfäuleresistenz. *Arch. Zücht.-Forsch.*, 13, 1983, č. 5, s. 357-366.
- DARSOW, U.: Long-term results of a tuber slice test for relative resistance to late blight. *Potato Res.*, 30, 1987, č. 1, s. 9-22.
- DARSOW, U.-GÖBEL, S.-GÖTZ, E.-OERTEL, H.-SCHÜLER, K.: R-Gene und relative Resistenz der Kartoffelknolle gegen *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Arch. Zücht.-Forsch.*, 17, 1987, č. 6, s. 387-397.
- HORÁČKOVÁ, V.: Laboratorní hodnocení relativní rezistence hlíz bramborů proti plísní bramborové. [Dílčí závěrečná zpráva.] Havlíčkův Brod, VŠÚB 1989.
- HORÁČKOVÁ, V.: Laboratorní hodnocení relativní rezistence hlíz bramborů proti plísní bramborové. In: FINDEJSOVÁ, M. a kol.: Genetické základy pro rezistentní šlechtění. [Závěrečná zpráva.] Havlíčkův Brod, VŠÚB 1990.
- KLEINHEMPEL, D.-GÖTZ, E.: Anfälligkeit der Kartoffeln gegenüber der Kraut- und Knollenfäule. *Feldwirtschaft*, 23, 1982, č. 7, s. 312-314.
- LAPWOOD, D. H.-Mc KEE, R. K.: Reaction of tubers of R-gene potato clones to inoculation with specialized races of *Phytophthora infestans*. *Eur. Potato J.*, 4, 1961, č. 1, s. 3-13.
- MÖLLER, K. H.: Untersuchungen an Testkreuzung zur Auswahl geeigneter Eltern und Kombinationen in der Kartoffelzüchtung. [Dissertationsarbeit.] Gross Lüsewitz, Institut für Kartoffelforschung 1965.
- PIOTROWSKI, W.: Proby okréślenia zaleźności pomiędzy typami odporności i rodzajami reakcji obronnych róstlin ziemniaka na grzyb *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Ziemniak*, 1975, s. 67-102.
- TOXOPEUS, H. J.: Reflections on the origin of new physiologic races in *Phytophthora infestans* and the breeding for resistance in potatoes. *Euphytica*, 5, 1956, č. 3, s. 221-237.
- TOXOPEUS, H. J.: On the inheritance of tuber resistance of *Solanum tuberosum* to *Phytophthora infestans* in the field. *Euphytica*, 10, 1961, č. 3, s. 307-314.
- ZADINA, J.: Zkoušky bramborů na vzdornost proti plísní bramborové (*Phytophthora infestans*). *Ochr. Rostl.*, 23, 1950, č. 4, s. 1-24.

- ZADINA, J.: Polní rezistence rostlin bramborů proti plísni bramborové [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] a její význam pro šlechtění. Rostl. Výr., 10, 1964, č. 9, s. 879-902.
- ZADINA, J.: Přecitlivělostní rezistence bramborů proti plísni bramborové [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] a její vztah k polní rezistenci. Ochr. Rostl., 1, 1965, č. 1, s. 35-42.
- ZADINA, J.: Možnosti zvyšování rezistence raných odrůd brambor proti plísni bramborové [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] šlechtěním. Genet. a Šlecht., 2, 1966, č. 2, s. 125-136.
- ZADINA, J.: Rezistence hlíz odrůd brambor proti plísni bramborové [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]. Genet. a Šlecht., 5, 1969, č. 1, s. 55-59.
- ZADINA, J.: Příspěvek k problematice šlechtění brambor na vzdornost proti plísni bramborové [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] v nati. In: Vědecké práce Výzkumného ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě, 1970a, č. 4, s. 95-118.
- ZADINA, J.: Šlechtění brambor na rezistenci proti *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary na hlízách. Genet. a Šlecht., 6, 1970b, č. 1, s. 59-66.
- ZADINA, J.: Přínos šlechtitelské práce pro zlepšení některých vlastností brambor. Genet. a Šlecht., 1971, č. 3, s. 205-212.
- ZADINA, J.: Klasifikace hlavních hospodářsky a šlechtitelsky důležitých vlastností a znaků odrůd světového sortimentu brambor. Havlíčkův Brod, Výzkumný ústav bramborářský 1973.
- ZADINA, J.: Geneticko-šlechtitelské základy novošlechtění bramborů. Havlíčkův Brod, Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský 1989.

Došlo dne 9. 3. 1990

J. Zadina (Research Institute of Potato-Growing,
Havlíčkův Brod, Czechoslovakia)

**Classification of potato crossing combinations from the point of view of
their suitability for breeding resistance to *Phytophthora infestans*
(Mont.) de Bary on tubers in field conditions**

The results of examining the resistance of progenies from two self-pollination and 23 crossing combinations of 18 potato varieties to potato blight on tubers in field conditions are given in the paper. The list and scope of evaluated materials are apparent from Table II. The tubers of every clone of the evaluated material were planted in four-tuber patches. The clones were harvested in weekly intervals: every time the clones with their finished vegetation in consequence of destroying the leaves by potato blight were harvested. The analyses of tuber infestation had been carried out during the winter. The clones of every combination were then assorted in nine value groups according to the percentage of infested tubers (Table I). The suitability of the evaluated material for breeding for the resistance to potato blight is specified by the percentage of clones not infested by blight (value grade Nr. 9) and by the mean percentual infestation of progeny tubers. A progeny from five crossing combinations (combinations Nrs. 3, 4, 5, 7 and 9) was planted in some repeats in order to find out the reproducibility of the

results obtained (Table II). The repeats involved a non-identical progeny, i. e. other hybrids of the individual crossing combinations. The results obtained in repeating every mentioned combination have shown a very good reproducibility. Among the evaluated combinations (Table II) we found out those with a high percentage of not infested clones and a low percentage of the progeny infestation (the combinations Nrs. 3, 4 and others), with medium percentage of not infested clones and medium average progeny infestation (the combinations Nrs. 12, 13, 22 and others) and with a low percentage of not infested clones and a high average progeny infestation (the combinations Nrs. 17, 21, 23 and others). As found, the last mentioned crossing combination types are not suitable for breeding. The differences among the progenies of the evaluated crossing combinations in above mentioned examined resistance indexes are sufficient for differentiating the suitable and unsuitable combinations for breeding for potato blight resistance. In tested crossing combinations it is possible at the same time to find varieties suitable for breeding to potato blight resistance (e. g. Rheinhort, Saphir, Oda, Hera, Apollo) and those that are not (e. g. Saco, Meise, Gülzow 633). It is apparent from the results obtained in three combinations of crossing the varieties with resistances in three years with various intensities of the potato blight occurrence (Table III), that it is possible to differentiate the combinations with the progeny inclined to potato blight on the tubers and those with the progeny resistant to the blight in any year with potato blight occurrence. From this point of view, however, the years with a high potato blight occurrence are most suitable. The correlation coefficients calculated among the average infestation of the progenies from these crossing combinations during two up to three years have shown a rather good consistence in the infestation of evaluated progeny hybrids in individual years, too (Table IV). From the total number of 47 correlation coefficients, 41 were highly conclusive, 4 conclusive and 2 inconclusive. In general, the results of the work have shown that in the case of the potato blight occurrence, it is possible to carry out the selection of crossing combinations suitable for potato breeding for their blight resistance on the tubers in field conditions. The same is valid for the selection of parental partners suitable for breeding for the resistance to potato blight on the tubers. The basic presumption for an objective classification of the evaluated crossing combinations in field conditions is the knowledge of a pathotype composition

of the potato blight population and a possible resistant genotype spectrum in the populations of individual crossing combinations. According to this it may be then necessary to include provocation resistance examinations with utilizing the corresponding specialized pathotypes of potato blight.

***Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary; tuber resistance; breeding for resistance; population resistance**

VPLYV FYZIOLOGICKÉHO VEKU PŮČIKA A ZVÝŠENEJ DÁVKY DUSÍKA NA RAST ZEMIAKOV *IN VITRO*

Ivan ŠIMKO

Vysoká škola poľnohospodárska, 949 76 Nitra

V práci sa skúmal vplyv fyziologického veku púčika a zvýšených dávok dusíka v kultivačnom médiu na rast rastlín zemiakov *in vitro*. Na štúdium sa použila skorá odroda Šárka. Z meristematických rastlín s deviatimi listami sa odobral bazálny (A), štvrtý (B) a siedmy (C) list s pazušným púčikom a vrcholový (D) púčik. Kultivácia bola robená na médiach so 60, 80 a 100 mM dusíka; jeho zvýšené množstvo sa dodalo vo forme NH_4NO_3 . Vo všetkých hodnotených znakoch sa zistil lepší rast rastlín pochádzajúcich z fyziologicky mladších púčikov. Zvýšenie obsahu dusíka viedlo k inhibícii rastu stonky a najmä koreňovej sústavy. Reakcia rastlín pochádzajúcich z nerovnako fyziologicky starých púčikov na obsah dusíka v médiu bola rôzna. Vyššie množstvo dusíka sú schopné využiť v počiatočných štádiách rastu len rastliny pochádzajúce z mladších pazušných púčikov. Najväčšia inhibícia rastu sa zistila pri vrcholových púčikoch. Pazušné púčiky zo spodných častí stonky mali intermediárnu reakciu.

zemiaky; rast *in vitro*; fyziologický vek púčikov; zvýšenie dávky dusíka

Pri *in vitro* rozmnožovaní zemiakov nodálnymi rezkami sa zistilo, že na rast púčika vplýva jeho umiestnenie na materskej rastline. Reust a Le (1985) poukázali na to, že segmenty zo vzdialenejších častí od bázy stonky rastú lepšie ako segmenty z nižších častí stonky. Predpokladajú preto závislosť rastu púčika od jeho fyziologického veku.

Podobné výsledky získali Hartman a van Es (1979), ktorí použili očka zemiakových hlŕúz. Zistili, že fyziologicky mladšie očka aj po oddelení od hlŕuzy rastú lepšie ako tie, ktoré sa vyvinuli skôr. Autori uvádzajú, že nielen rast nadzemnej časti, ale aj koreňovej sústavy je najlepší u fyziologicky najmladších očiek.

V *in vitro* rozmnožovaní zemiakov zohráva veľkú úlohu taktiež výživa dusíkom. Stallknecht a Farnsworth (1979) zistili, že výhonky, ktoré rástli na kultivačnom médiu s vyšším obsahom dusíka, boli dlhšie a aj korene mali dlhšie ako výhonky rastúce na médiu s nízkym obsahom dusíka.

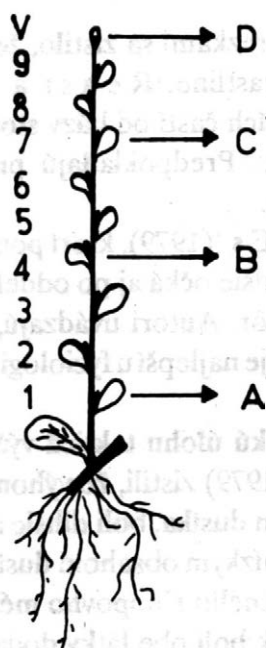
Morel a Muller (1964) dodávali do pôvodného Knopovho média NH_4^+ a K^+ , čo prinieslo značný prospech, zvlášť ak boli obe látky dodané spolu. Podobne postupovali Šmálik et al. (1988), ktorí na rýchle množenie rastlín *in vitro* použili MS médium so zvýšeným obsahom NH_4^+ a K^+ spolu s AA a kinetínom.

Chen a Li (1978) uvádzajú, že na rast vplýva nielen obsah, ale aj forma dusíka. Najlepší vývoj nadzemnej časti zemiakov *in vitro* je vtedy, ak sa NH_4^+ a NO_3^- nachádzajú v kultivačnom médiu v pomere 1:1. Naproti tomu rast koreňov sa priamo úmerne znižuje so zvyšovaním tohoto pomeru.

Cieľom práce bolo zistiť závislosť rastu zemiakov *in vitro* od zvýšenej dávky dusíka v kultivačnom médiu a od fyziologického veku púčika. Zároveň sa sledovalo využitie dusíka rastlinami pochádzajúcimi z rôznych nodálnych rezkov.

MATERIÁL A METÓDY

V pokuse sa použila skorá odroda zemiaka Šárka. Pochádza z česko-slovenského šľachtenia a ozdravné meristematické rastliny poskytol VŠÚB Havlíčkův Brod. Rastliny sa pestovali na MS médiu (Murashige, Skoog, 1962) bez rastových látok. Po 42 dňoch rastu sa vybrali tie rastliny ktoré vytvorili deväť listov a rozrezkovali sa na 3-5 mm dlhé nodálne rezky. Pre zistenie vplyvu fyziologického veku púčika na rast sa použil bazálny (A), štvrtý (B) a siedmy (C) list s pazušným púčikom a vrcholový (D) púčik.



A = bazálny list s pazušným púčikom - basal leaf with lateral bud

B = štvrtý list s pazušným púčikom - fourth leaf with lateral bud

C = siedmy list s pazušným púčikom - seventh leaf with lateral bud

D = apikálny púčik - apical bud

Vplyv zvýšeného obsahu dusíka v kultivačnom médiu sa sledoval pri hladinách 60 (MS médium), 80 a 100 mM. Zvýšenie obsahu dusíka sa zabezpečilo dodaním NH_4NO_3 . Rastliny sa pestovali po piatich kusov

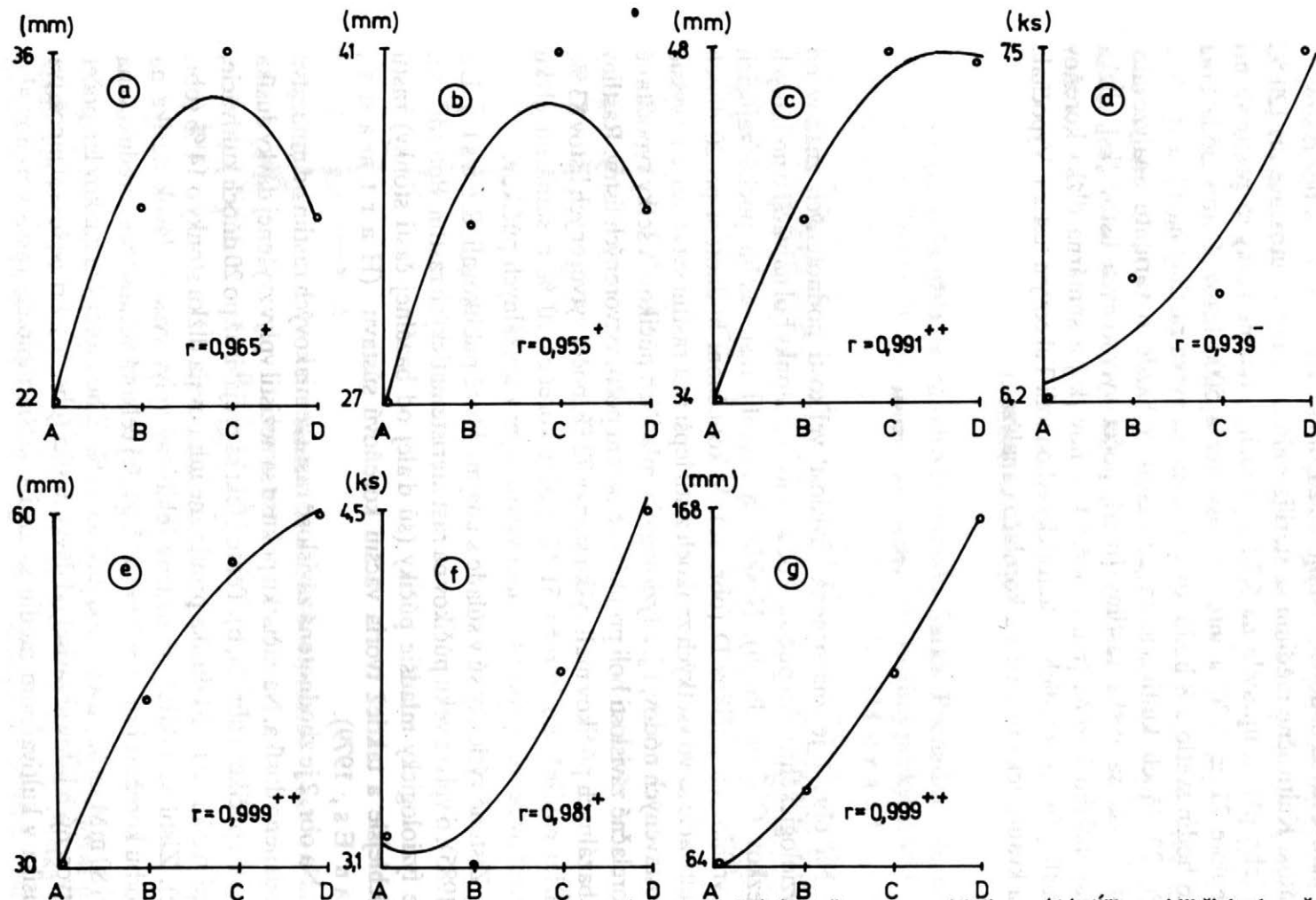
v kultivačných nádobach o objeme 205 ml s 20 ml MS média bez rastových látok. Kultivačné médium sa sterilizovalo 20 minút v autokláve pri 120 °C a jeho pH sa upravilo na 5,7-5,8. Použité nodálne rezky sa pestovali pri teplote 21 ± 2 °C a intenzite osvetlenia 5000 luxov. Fotoperiódou bola 16 hodín svetlo a 8 hodín tma. Merala sa výška rastliny na 12. a 16. deň. Po 20 dňoch kultivácie sa 20 rastlín z každého variantu analyzovalo. Sledovala sa výška rastliny [mm], počet vytvorených listov [ks], dĺžka najdlhšieho koreňa [mm], počet koreňov [ks] a sumárna dĺžka koreňov rastliny [mm]. Rozdiely sa štatisticky vyhodnotili Tukeovým testom. Vypočítala sa kvadratická regresná a korelačná analýza.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na obr. 1 je znázornená závislosť veľkosti hodnotených znakov od fyziologického veku púčika. Počiatočný rast stonky bol najväčší u nodálnych rezkov C (obr. 1a, b). Neskôr sa zrýchlil rast rastlín pochádzajúcich z vrcholových púčikov D (obr. 1c). V konečnom hodnotení po 20 dňoch kultivácie sa vo všetkých znakoch zistil lepší rast rastlín vytvorených z vyššie postavených nódov, t.j. z fyziologicky mladších púčikov. Všetky vypočítané korelačné závislosti boli preukázané okrem počtu vytvorených listov. Rastliny z bazálnych púčikov mali výšku stonky 72 %, počet vytvorených listov 83 %, dĺžku najdlhšieho koreňa 51 %, počet koreňov 70 % a sumárnu dĺžku koreňov 38 % oproti rastlinám vytvoreným z apikálnych púčikov.

Zistené výsledky sú v súlade s údajmi, ktoré publikovali R e u s t a L e (1985), o vplyve veku púčikov na rast meristematických rastlín. Potvrdilo sa, že fyziologicky mladšie púčiky (sú ďalej od bazálnej časti stonky) rastú rýchlejšie a taktiež tvoria väčšiu koreňovú sústavu (H a r t m a n s , v a n E s , 1979).

Na obr. 2 je zhodnotená závislosť rastu zemiakových rastlín od množstva dodaného dusíka. Na začiatku pokusu sa nezistil vplyv zvýšenej dávky dusíka na rast púčikov (obr. 2a, b). Tento efekt sa prejavil až po 20 dňoch kultivácie, keď dávka 100 mM dusíka preukazne inhibovala dĺžku stonky o 14 % (obr. 2c). Zistil sa taktiež preukazný inhibičný vplyv vyšších dávok dusíka na tvorbu koreňovej sústavy (obr. 2e, f, g). Jej celková veľkosť bola zredukovaná pri 80 mM na 63 % a pri 100 mM na 43 %. Z hodnotených znakov len počet vytvorených listov nezávisel od dávky dusíka (obr. 2d). Pri zvyšovaní množstva dusíka v kultivačnom médiu sa zistila väčšia inhibícia rastu koreňov ako



1. Vplyv fyziologického veku púčika na výšku rastliny (12./a/, 16./b/ a 20. deň /c/), počet vytvorených listov /d/, dĺžku najdlhšieho koreňa /e/, počet koreňov /f/ a sumárnu dĺžku koreňov rastliny /g/ - Influence of bud physiological age upon plant growth (12/a/, 16/b/ and 20th day /c/), number of created leaves /d/, longest root length /e/, number of roots /f/ and summary length of plant roots /g/

Vysvětlivky k obr. 2 - Explanation to Fig. 2: A = bazálny list s pazušným púčikom - basal leaf with lateral bud; B = štvrtý list s pazušným púčikom - fourth leaf with lateral bud; C = siedmy list s pazušným púčikom - seventh leaf with lateral bud; D = apikálny púčik - apical bud.

Regresné rovnice:

$$a: y = 17,209 + 5,199x - 0,390x^2$$

$$b: y = 21,485 + 5,174x - 0,379x^2$$

$$c: y = 30,446 + 3,907x - 0,211x^2$$

$$d: y = 6,299 - 0,011x + 0,012x^2$$

$$e: y = 24,162 + 6,394x - 0,275x^2$$

$$f: y = 3,187 - 0,078x + 0,022x^2$$

$$g: y = 59,301 + 3,846x + 0,701x^2$$

nadzemných častí rastlín. Z tohoto dôvodu sa zvýšil vzájomný pomer dĺžky stonky a najdlhšieho koreňa z 0,70 na 1,19. Priemerná dĺžka jedného internódia sa skrátila zo 6,9 na 5,9 mm.

Zdá sa, že dávka 60 mM dusíka v MS médiu je vhodná pre rast zemiakov *in vitro*. Stallknecht a Farnsworth (1979) udávajú horší rast rastlín pri nízkej dávke (2,5 mM) a týmto pokusom sa zistil negatívny vplyv vyšších dávok (80 a 100 mM). Ďalšie výsledky (nepublikované) dokazujú, že samotné zvýšenie množstva dusíka nad 240 mM už prakticky zastavuje rast stonky a tvorbu koreňov. Z predchádzajúcich pokusov a výsledkov prác iných autorov vyplýva, že samotné zvýšenie dávky dusíka nevyplýva priaznivo na rastliny a pre zlepšenie rastu zemiakov *in vitro* je vhodné doplniť jeho vyšší obsah v kultivačnom médiu ďalšími látkami. Môže sa použiť K⁺, NAA, aj kinetín (Morel, Muller, 1964; Šmálik et al., 1988).

I. Zmeny hodnotených znakov rastlín (v percentách) pri zvýšenej dávke dusíka (100 mM) oproti základnej dávke (60 mM) - Changes of evaluated traits of plants (%) at increased dose of nitrogen (100 mM) compared with basic dose

Pôvod púčika ¹	Výška rastliny ²			Počet vytvorených listov ⁶ [ks]	Dĺžka najdlhšieho koreňa ⁷ [mm]	Počet koreňov ⁸ [ks]	Sumárna dĺžka koreňov ⁹ [mm]
	na 12. deň ³ [mm]	na 16. deň ⁴ [mm]	na 20. deň ⁵ [mm]				
D	18,6	-23,3 ⁺	-21,8 ⁺	-6,6	38,2 ⁺⁺	-35,5 ⁺	-62,5 ⁺
C	+21,8 [*]	+12,2	-9,2	+20,7 ⁺	-26,4 ⁺	-32,2	-36,7 ⁺
B	-17,5	-16,7	-14,6	-0,6	-68,6 ⁺⁺	-27,4	-68,3 ⁺⁺
A	-13,4	-7,1	-10,6	-11,3	-67,5 ⁺⁺	+7,9	-39,1 ⁺

¹bud origin; ²plant height; ³on 12 day; ⁴on 16 day; ⁵on 20 day; ⁶number of created leaves (pcs);

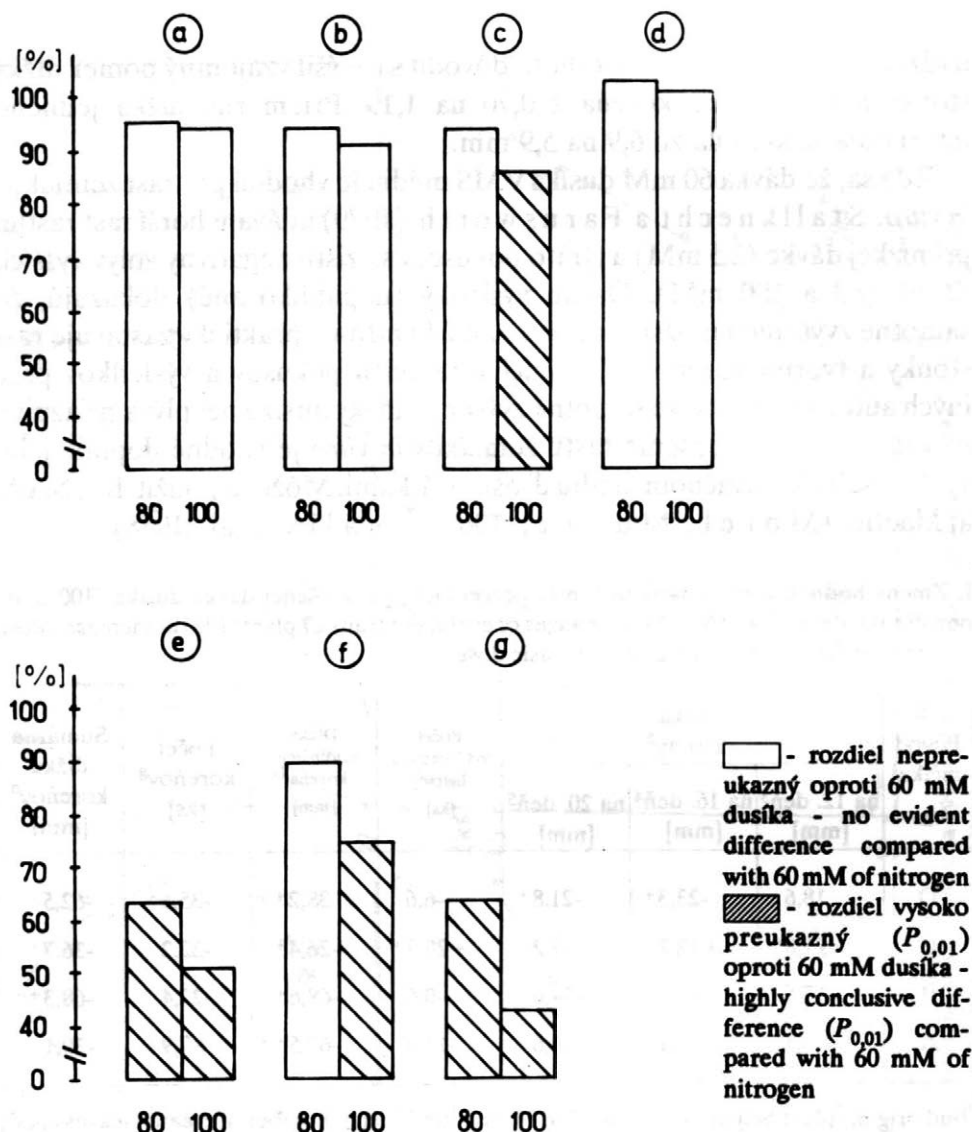
⁷longest root length; ⁸number of roots (pcs); ⁹summary length of roots

⁺ P = 0,05;

⁺⁺ P = 0,01

2. Vplyv zvýšených dávok dusíka v kultivačnom médiu na výšku rastliny (12./a/, 16./b/ a 20. deň /c/) počet vytvorených listov /d/, dĺžku najdlhšieho koreňa /e/, počet koreňov /f/ a sumárnu dĺžku koreňov rastliny /g/ - Influence of higher nitrogen doses in cultivation medium upon plant height (12/a/, 16/b/ and 20th day /c/), number of created leaves /d/, longest root lenght /e/, number of roots /f/ and summary lenght of plant roots /g/

Dávka dusíka v kultivačnom médiu - Nitrogen dose in cultivation medium: 80 = 80 mM; 100 = 100 mM



Pri štúdiu reakcie púčikov rôzneho fyziologického veku na zvýšenú hladinu dusíka v médiu sa zistili údaje, ktoré sú v tab. I. Ako vyplýva z výsledkov, nereagujú rastliny pochádzajúce z púčikov rôzneho veku na tento vplyv rovnako. Najlepšie znášali zvýšenie dávky dusíka rastliny z C rezkov. Tieto meristematické rastliny boli v počiatočných štádiách rastu schopné využívať jeho vyššie dávky na lepší rast stonky a tvorbu listov. Zistila sa u nich aj najmenšia redukcia koreňovej sústavy. Najpruďšie reagovali na zvýšené množstvo dusíka rastliny pochádzajúce z vrcholového púčika, ktoré preukazne zmenšovali výšku stonky a celú koreňovú sústavu. Pazušné púčiky zo spodných častí stonky reagovali na zvýšenie obsahu dusíka v médiu taktiež negatívne, ale nie tak prudko ako vrcholové púčiky.

V rutínnej produkcii *in vitro* zemiakov nie je pravdepodobne možné využiť len fyziologicky mladšie nodálne rezky, ktoré rastú rýchlejšie. Zvýšila by sa tým pracnosť a znížil by sa celkový množiteľský koeficient z dôvodu menšieho počtu použitých rezkov z jednej rastliny. Výsledky však poukazujú na možný zdroj variability v *in vitro* kultúrach, ktorý je nutné zohľadniť pri zakladaní a hodnotení pokusov.

Podakovanie

Za poskytnutie biologického materiálu si dovoľujem poďakovať RNDr. P. Kostřicovi, CSc., pracovníkovi VŠÚB Havlíčkův Brod.

Literatúra

- HARTMANS, K. J. - van ES, A.: The influence of growth regulators GA₃, ABA, kinetin and IAA on sprout and root growth and plant development using excised potato buds. *Potato Res.*, 22, 1979, s. 319-332.
- CHEN, H. H. - LI, P. H.: Potato growth and development in relation to NO₃⁻ and NH₄⁺ form of nitrogen sources. *Amer. Potato J.*, 55, 1978, s. 467-469.
- MOREL, G. - MULLER, J. F.: La culture *in vitro* du meristème apical de la pomme de terre. *C. R. hebdomadaire Séances Acad. Sci. (Paris)*, 258, 1964, s. 5250-5252.
- MURASHIGE, T. - SKOOG, F.: A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 15, 1962, s. 473-497.
- REUST, W. - LE, C. L.: La multiplication rapide des pommes de terre par le microbouturage. *Rev. suisse Agric.*, 17, 1985, s. 11-18.
- STALLKNECHT, G. F. - FARNSWORTH, S.: The effect of nitrogen on the coumarin-induced tuberization of potato axillary shoots cultured *in vitro*. *Amer. Potato J.*, 56, 1979, s. 523-530.

ŠMÁLIK, M. - HELDÁK, J. - LENGYEL, G. - BLAHOVSKÝ, M.: Získavanie bezvirových rastlín u rôznych genotypov zemiakov. Biotechnologické metódy v šľachtení rastlín. In: Zbor. Ref. 1. ved. Sem. BIOS'88, 24.-25. mája 1988, VŠP Nitra, s. 42-49.

Došlo dňa 16. 11. 1989

I. Šimko (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia)

Influences of higher nitrogen dose and bud physiologic age upon *in vitro* potato growth

In vitro growth of potato plants from buds of various physiologic ages as well as their reaction on higher nitrogen doses in a cultivating medium were investigated experimentally. Basal (A), fourth (B) and seventh (C) leaves with a lateral bud and apical bud (D) were sampled from *in vitro* meristematic plants of the early Šárka variety with nine leaves. They were cultivated in media with 60 (basic MS medium), 80 and 100 mM of nitrogen; higher nitrogen amounts were added in the form of NH_4NO_3 . An air-conditioned box had the temperature of 21° C, illumination level of 5000 lux and photoperiod of 16/8 h (day/night). The initial stem growth was most evident by nodal cuttings C (Fig. 1a, b). Later the growth of plants originated in the apical buds D (Fig. 1c) was accelerating. After 20 days of cultivation, a better growth of plants originated in higher located nodes, i. e. in physiologically younger buds, was observed in all traits. All calculated correlation dependences were significant (Fig. 1a, b, c, e, f) with the exception of the number of created leaves (Fig. 1d). The plants from basal buds had the stem height 72%, number of created leaves 83%, longest root length 51%, number of roots 70% and summary length of roots 38% in comparison with plants created from apical buds. The experimental results agree with the published data concerning the influence of bud location in material plants upon the rate of their development (Reust, Le, 1985). It has been found that physiologically younger buds (further from basal stem parts) are growing more quickly and creating also a larger root system, similarly to potato buds separated from their maternal tuber (Hartmans, van Es, 1979). The influence of a higher nitrogen dose upon the bud growth was not observed at the beginning of the experiment (Fig. 2a, b). An effect appeared only after 20 days of cultivation, when the dose of 100 mM significantly inhibited the stem length by 14% (Fig. 2c). A conclusive inhibiting influence of higher nitrogen doses upon the root system creation was proved, too. Its total length was reduced by 63% at 80 mM and by 43% at 100 mM. Of the evaluated traits only the number of created leaves did not depend on the nitrogen dose (Fig. 2d). When raising

its amount in the cultivating medium, a higher inhibition of the root growth was observed in comparison with above-ground plant parts. For that reason the mutual relation of the stem length and the longest root rose from 0.70 (60 mM) up to 1.18 (100 mM). The mean length of internode was reduced from 6.9 to 5.9 mm. In comparison with basic MS medium, raising the nitrogen dose as well as reducing it to 2.5 mM (Stallknecht, Farnsworth, 1979) make *in vitro* potato growth worse. Other results (not published) have shown that the increase of nitrogen amounts in cultivating media above 240 mM stops the stem growth and root creation in itself. Plants developing from buds of various physiologic ages do not react to a higher nitrogen level in the same way (Table I). The plants from C cuttings tolerated its higher doses best. These meristematic plants were able to utilize higher nitrogen doses for better stem growth and leaves formation in initial stages. They proved minimum root system reduction, too. The strongest reaction to higher nitrogen doses was shown by the plants originated from apical bud (D); the stem height and the whole root system of them were reduced significantly. Lateral buds from low stem parts (A, B) reacted in a negative way, too, but only in some traits of the root system size. The results of the experiment indicating the growth of plants from physiologically younger buds to be quicker than those from the older ones, cannot probably be utilized in routine propagation of potatoes *in vitro* with using the nodal cuttings. The reason consists in the reduction of the total propagation coefficient, which would happen if the low buds of the maternal plant were not used. However, the results show a possible resource of variability that is to be taken into account when starting and evaluating the experiments.

potatoes; growth *in vitro*; physiological age of buds; increased doses of nitrogen

GENETIC IMPROVEMENT IN YIELD OF WHEAT

E. L. Smith (Ed.)

Proceedings of a symposium, Atlanta, Georgia, 1981. Crop Sci. Soc. of America; Amer. Soc. of Agron.; Madison (Wisc.), Spec. Publ. No 13, 1986 (Redakci časopisu došlo v roce 1990)

Srovnáme-li si výše uvedené tři letopočty, můžeme upadnout do informační skepse, anebo hledat východiska. Jejich několik a vyznačují se snahou o:

1. aktivní účast na významných sympozii (chce to dravost obchodního cestujícího a skromnost parii);
2. uplatnění původních prací v zahraničních renomovaných časopisech (co to chce, viz výše a navíc objektivita práce, vycházející z původní nové metodiky);
3. publikování v angličtině v našich vědeckých časopisech;
4. prostudování dostupné literatury, především ve vědeckých časopisech, ale i sledování anotací, našich, britských, ruských, německých. (U pšenice naše výhoda spočívá v tom, že přes těžkosti se sháněním podkladů můžeme vidět jak do anglosaské, tak i do ruské písně oblasti.)

K recenzované knížce: Nemělo by smysl se rozepisovat o deset let starých referátech, kdyby se nejednalo o osm zásadních statí (a to navazující na témata), podávajících vědecké kredo autorů, kteří po třicet let patřili do kmenového rejstříku předních vědeckých časopisů.

Logickým úvodem je ekonomická stat' o světové produkci pšenice (V. A. Johnson-Lincoln, Nebraska). Přehled konvenčních metod šlechtění podává dvojice J. Mac Key (Uppsala, Sverige) a C. O. Qualset (Davis, California). O nových přístupech ke šlechtění pšenice pojednává D. R. Knott (Saskatoon, Canada). Zárodečnou plazmu jako klíč k minulosti i k budoucnosti stupňování výnosů pšenice rozebírá W. E. Kronstad (Corvallis, Oregon). zkušenosti mexického CIMMYT ve šlechtění pšenice na odolnost chorobám se zabývá dvojice S. Rajaram (CIMMYT, Mexico) a E. Torres (CIMMYT, Kenya). Genetické změny v morfofyziologických znacích pšenice referuje K. A. Lucken (Fargo, North Dakota). Po rozborech dílčích problematik přichází závěr o šlechtitelských perspektivách ve zvyšování výnosů pšenice, opět od V. A. Johnsona.

Uvedené statě nejsou rozsáhlé, ale vskutku přehledné a doprovázené solidními soupisy literatury. I zkušený vědec na poli šlechtění pšenice zde najde zajímavé podněty, anebo důvody k zamyšlení. Natož pak příslušníci mladé generace, kteří se však nesmějí pohoršovat, že většinu údajů již znají z publikací se speciálními tématy. Těm bych doporučil, aby v literatuře nešli jen deset let zpět, ale i několik desítek let a dokonce nepohrdli ani poznatky z minulého století. Každá věta je historická...

Doc. ing. Jiří Foltýn, DrSc.

TOLERANCIA VINIČA ODRODY AUXEROIS BLANC VOČI ZIMNÝM MRAZOM

Marta HUBÁČKOVÁ

Výzkumná stanice vinařská, 267 18 Karlštejn

V zime 1988/1989 a 1989/1990 bola po mrazových stresoch v regulovaných podmienkach vyhodnotená tolerancia pukov odrody Auxerois blanc voči zimným mrazom. Bola stanovená a s kontrolnou odrodou Rizling rýnsky porovnaná stabilita tolerancie po expozícii pri teplote 12 °C počas 72 hodín a aktuálna tolerancia bezprostredne po odrezaní z krov vo vinohrade. Po troch mrazových stresoch bola v priemerných hodnotách zistená približne rovnaká stabilita tolerancie pukov odrody Auxerois blanc ako aj kontrolnej odrody. Tiež priemerná aktuálna tolerancia po šiestich mrazových stresoch v dvoch termínoch zimy bola približne rovnaká u oboch odrôd.

viník hroznorodý; mrazové stresy; stabilita tolerancie; aktuálna tolerancia

Medzi odrodami zo skupiny *Vitis vinifera* L. nie je veľa takých, ktoré sa vyznačujú vysokou toleranciou voči zimným mrazom. Po mimoriadne silných mrazoch v zime 1984-1985, 1985-1986 a 1986-1987 sme zistili, že kmienky krov francúzskej odrody Auxerois blanc neboli v sortimente VSV Karlštejn, na rozdiel od väčšiny iných odrôd, viditeľne poškodené, ba čo viac, vo všetkých uvedených rokoch časť pukov na ťažňoch na jar vypučala a priniesla úrodu v približne rovnakej výške ako aj odroda Rizling rýnsky. Odroda Rizling rýnsky patrí medzi tých niekoľko odrôd zo skupiny *Vitis vinifera* L., ktoré sa vyznačujú relatívne vysokou toleranciou voči mrazom. V uvedených rokoch boli zimnými mrazmi v českej vinohradníckej oblasti u prevažnej väčšiny odrôd úplne zničené nielen puky, ale aj kmieniky krov.

Relatívne dobré výsledky zimovzdornosti uvedenej odrody sa stali impulzom pre vyhodnotenie mrazuvzdornosti pukov tejto odrody v kontrolovaných podmienkach, čo je predmetom predloženej práce.

MATERIÁL A METÓDY

Toleranciu voči zimným mrazom sme hodnotili podľa živnosti pukov po mrazových stresoch v kontrolovanom prostredí mraziacich komôr v zime 1988-1989 a 1989-1990.

Na vyhodnotenie tolerancie sme zvolili, s ohľadom na množstvo pukov, ktoré sme mali v génovej banke VSV k dispozícii, dva spôsoby. V zime 1988-1989 sme vyhodnotili toleranciu podľa životnosti po troch odstupňovaných mrazových stresoch, ktorým predchádzalo otuženie a po ňom oteplenie v kontrolovanom prostredí. V nasledujúcej zime 1989-1990 sme v dvoch termínoch, tiež vždy po troch odstupňovaných mrazových stresoch vyhodnotili aktuálnu toleranciu v čase odrezania výhonov s pukmi z kríkov.

V prvej pokusnej zime sme jednorôčné, na pohľad dobre lignifikované výhony najmenej do 13 nódu, odrezali z krov dňa 23. novembra. Po odstránení zdrevnatelých úponkov a zálistkov sme výhony rozdelili podľa ich dĺžky na dve až štyri časti tak, aby sme ich mohli vložiť v polyetylénových vreckách do mrazičiek. Všetky práce sme robili pri otvorených oknách pri rovnakej teplote vzduchu, aká bola v prírodných podmienkach. Od ďalšieho dňa sme výhony s pukmi na 72 hodín vystavili pôsobeniu teploty -10°C a potom na ďalších 72 hodín ešte teplote $+12^{\circ}\text{C}$. Teplotu v mraziacej komore od úrovne nad 0°C v prírodných podmienkach na -10°C a potom na $+12^{\circ}\text{C}$ sme znižovali a zvyšovali rýchlosťou $3^{\circ}\text{C}/\text{hod}$. Po ovplyvnení pukov uvedenými teplotami sme ich rozdelili do štyroch variantov vrátane kontroly a vystavili ich mrazovému stresu -16 , -19 alebo -22°C , podľa skôr popísaného postupu (H u b á č k o v á, 1988). V každom variante bolo 10 výhonov s 12 pukmi, od druhého po trinásty od báze výhonu, tj. 120 pukov. Po rozmrazení sme výhony rozdelili na jednopukové odrezky a uložili ich do vody v polystyrénových krabičkách. Puky sme držali nad hladinou vody pomocou PVC fólie, upevnenej ku krabičke gumičkou. Toleranciu k mrazu sme vyhodnotili podľa percentuálneho podielu pučania v každom variante.

Puky kontrolného variantu sme vystavili pôsobeniu rovnakých teplôt ako puky ostatných variantov, ale neboli vystavené mrazovým stresom.

V druhej pokusnej zime sme jednorôčné výhony s pukmi odrezali z krov 2. a 19. januára. Očistili, roztriedili a zabalili sme ich ako v predchádzajúcej zime a hneď druhý deň ráno sme ich vystavili mrazovým stresom (v prvom termíne -17 , -20 a -23°C , v druhom -17 , -19 a -21°C). Výhony kontrolného

variantu sme rozdelili na jednopukové odrezky, u ktorých sme stanovili životnosť pred mrazovými stresmi rovnakým spôsobom ako v predchádzajúcich hodnoteniach tolerance v lanskej zime.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky hodnotenia tolerance pukov odrody Auxerois blanc k zimným mrazom v regulovanom prostredí potvrdzujú naše predchádzajúce pozorovania v prírodnom prostredí. Tolerancia oboch odrôd je približne rovnaká.

V tom prípade, v ktorom sme výhony s pukmi po odrezaní z krov vystavili doplnkovému otuženiu pri konštantnej teplote -10°C a v zápätí redukcii tohoto otuženia pri teplote 12°C , získala po všetkých nasledujúcich mrazových stresoch odroda Auxerois blanc v priemere vyššiu životnosť než odroda Rizling rýnsky len o 5 % (tab. I). U oboch odrôd nastal výrazný pokles v podiele pučania až po najsilnejšom z troch použitých mrazových stresov, a to -22°C . U odrody Auxerois blanc vypučalo 7,5 % pukov, zatiaľ čo puky odrody Rizling rýnsky boli zničené takmer totálne. Po mrazovom strese -19°C klesla životnosť u odrody Auxerois blanc oproti kontrole o 9,2 %, ale u odrody Rizling rýnsky až o 16,4 %. Po najslabšom zvolenom mraze -16°C klesla naopak, oproti kontrole, viac životnosť u odrody Auxerois blanc.

I. Percento vypučaných pukov po mrazových stresoch v kontrolovanom prostredí (mrazovým stresom predchádzala expozícia počas 72 hodín pri teplote -10°C a potom po rovnaký čas $+12^{\circ}\text{C}$ - začiatok expozície 24. novembra 1988) - Percentage of opened buds after frost stresses in controlled environment (exposures lasting 72 hours at temperatures -10°C and $+12^{\circ}\text{C}$, respectively, preceded frost stresses - beginning of the exposures: November 24, 1988)

Odroda ¹	Životnosť v čase odre- zania z kra kontroly ²	Životnosť po mrazových stresoch ³			$\bar{x}$ po mrazových stresoch ⁴
		-16°C	-19°C	-22°C	
Auxerois blanc	95,0 $\pm 2,2^*$	85,7 $\pm 4,0$	85,8 $\pm 3,1$	7,5 $\pm 2,9$	59,7
Rizling rýnsky	91,4 $\pm 2,7$	88,2 $\pm 4,4$	75,0 $\pm 4,1$	0,8 $\pm 0,8$	54,7

* s_x

¹variety; ²viability in the time of cutting off from control grapevine; ³viability after frost stresses; ⁴after frost stresses

S ohľadom na to, že pri hodnotení boli puky bezprostredne pred mrazovým stresom vystavené relatívne vysokej pozitívnej teplote (+12 °C), môžeme tieto výsledky posudzovať tiež ako údaje o stabilite tolerancie po zimnom oteplení. Musíme však rešpektovať termín, v ktorom bol výsledok získaný, pretože rýchlosť a hĺbka poklesu tolerancie po oteplení sa v priebehu zimy mení (Pogossjan, 1976; Damborská, 1978). Nie je isté, že pokles tolerancie alebo tolerancia bude po oteplení v polovici alebo na konci zimy u odrody Auxerois blanc opäť rovnaká ako u kontrolnej odrody.

II. Percento vypučaných pukov po mrazových stresoch v kontrolovanom prostredí u jednoročných výhonov odrezaných z krov bezprostredne pred mrazovými stresmi v dvoch termínoch v januári 1990 - The percentage of buds burst after frost stresses in artificial conditions on one-year old canes cut from vine direct before frost stress on two dates on January 1990

Termín odrezania ¹	Odroda ²	Životnosť v čase odrezania kontroly ³	Životnosť po mrazových stresoch ⁴			$\bar{x}$ po mrazových stresoch ⁵
			-17 °C	-20 °C	-23 °C	
2.1.	Auxerois blanc	83,5* ±8,0	95,6 ±1,5	93,3 ±3,5	3,3 ±1,8	64,1
	Rizling rýnsky	77,5 ±5,6	93,1 ±1,7	75,0 ±5,7	0,0	56,0
19. 1.	Auxerois blanc	82,6 ±6,0	94,7 ±3,0	86,2 ±4,3	46,5 ±8,3	75,8
	Rizling rýnsky	95,0 ±2,5	88,3 ±5,6	92,5 ±2,6	66,5 ±7,4	82,4
x	Auxerois blanc	83,1 ±7,0	95,2 ±2,2	89,8 ±3,9	24,9 ±5,0	69,9
	Rizling rýnsky	86,3 ±4,0	90,7 ±3,7	83,8 ±3,7	33,2 ±3,2	69,2

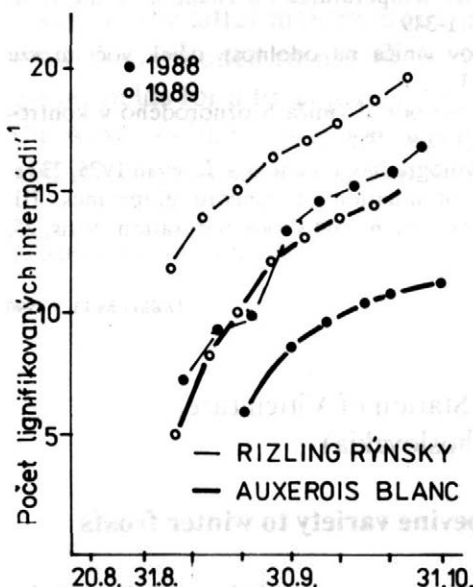
* $s_{\bar{x}}$

¹term of cutting off; ²variety; ³viability in the time of cutting off of control; ⁴viability after frost stresses; ⁵after frost stresses

Z druhého spôsobu hodnotenia tolerancie, podľa aktuálnej odolnosti v najchladnejšom mesiaci zimy, sme získali podobné výsledky, ako aj v predchádzajúcom roku pri hodnotení stability. Puky odrody Auxerois blanc po všetkých troch mrazových stresoch, a to 2. i 19. januára (tab. II) vykázali v podstate rovnakú priemernú životnosť (69,9 %) ako aj puky odrody Rizling rýnsky (69,2 %).

Podľa skutočných podielov pučania bola na začiatku januára aktuálna tolerancia voči mrazu o málo vyššia u odrody Auxerois blanc a v druhej polovici januára u odrody Rizling rýnsky.

Ak vychádzame z priemerných hodnôt (tab. II), potom bola aktuálna odolnosť v januári 1990 u oboch odrôd približne rovnako vysoká ako v kontrolnom variante, tak aj po jednotlivých mrazových stresoch. Sme si vedomí, že pri výpočte priemerných hodnôt pučania po najsilnejších a stredne silných mrazových stresoch sme sa dopustili určitej nepresnosti, pretože sme nepoužili v oboch termínoch rovnako silné mrazy pre navodenie stresu. Je to z toho dôvodu, že teploty pre mrazové stresy musíme programovať v mraziacich komorách predom a volíme ich odhadom, podľa predpokladaného prežitia pukov. Z vyhodnotenia účinku mrazových stresov v prvom termíne (2. januára) vyplynulo, že mrazový stres -23°C bol príliš silný, zvolili sme na konci januára namiesto neho mraz slabší o 2°C a prostredný slabší o 1°C .



1. Postup lignifikácie letorastov u odrody Auxerois blanc a Rizling rýnsky v časových intervaloch od 20. 8. do 31. 10. v roku 1988 a 1989 v podmienkach Karlštejna - Shoots lignification of Auxerois blanc and Riesling varieties in time interval from 20. 8. to 31. 10. in the years 1988 and 1989 in Karlštejn conditions

¹ number of shoot lignification

Úroveň tolerancie pukov viniča v zime významne ovplyvňuje doba skončenia lignifikácie na konci leta a v jeseni na internódiach pred nódmi, z ktorých puky pochádzajú (Pogosjan, 1975; Hubáčková, 1982; Wolpert, Howell, 1982). Ako vidieť na obr. 1, začína lignifikácia u oboch odrôd za rovnakých klimatických, pôdných a pestovateľských podmienok v približne rovnakom čase. V posledných dvoch rokoch to bolo medzi 20. až 31. augustom. Rýchlosť postupu lignifikácie je však rýchlejšia u odrody Rizling rýnsky než Auxerois blanc. To znamená, že na konci jesene majú letorasty odrody Auxerois blanc v porovnaní s kontrolnou odrodou nižší počet dobre lignifikovaných internódií a že lignifikácia na prvých dvanástich internódiach u nich skončila neskôr. Keď vezmeme do úvahy skutočnosť, že odolnosť oboch odrôd je v priebehu zimy približne rovnako vysoká, potom pri neskoršom termíne ukočenia lignifikácie musíme predpokladať o málo vyššiu genetickú schopnosť tolerovať silné mrazy práve u odrody Auxerois blanc.

Na základe uvedených výsledkov, relatívne dobrých výnosov hrozna (v podmienkach Karlštejna v roku 1988 2,9 t, v roku 1989 13,5 t), ktoré sú kvalitnou surovinou na výrobu vína, doporučujeme využiť odrodu Auxerois blanc pri vnútrodruhovej i medzidruhovej hybridizácii viniča, zaradiť odrodu do predpísaných skúšok a po získaní priaznivých výsledkov uvažovať o jej introdukcii do ČSFR.

Literatúra

- DAMBORSKÁ, M.: The effect of higher winter temperatures on changes of the frost resistance of grapevine buds. *Vitis*, 17, 1978, s. 341-349.
 HUBÁČKOVÁ, M.: Vplyv lignifikácie výhonov viniča na odolnosť očiek voči mrazu v priebehu zimy. *Zahradníctví*, 9, 1982, s. 271-274.
 HUBÁČKOVÁ, M.: Hodnotenie mrazuvzdornosti odrôd viniča hroznorodého v kontrolovaných podmienkach. *Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe* 1988, 21 s.
 POGOSJAN, K. S.: Fiziologické osobnosti vinogradnogo rastenija. Jerevan 1975, 237 s.
 WOLPERT, J. A. - HOWELL, G. S.: Cold acclimation of concord grapevines. III. Relationship between cold hardiness, tissue water content and shoot maturation. *Vitis*, 25, 1986, s. 151-159.

Došlo dňa 13. 3. 1990

M. Hubáčková (Research Station of Viticulture,
Karlštejn, Czechoslovakia)

Tolerance of Auxerois blanc grapevine variety to winter frosts

At the beginning of the winter 1988-1989, we evaluated the stability of the tolerance of the Auxerois blanc variety buds to winter frosts according to

their viability after three graded frost stresses. The frost stresses were preceded by the exposure of one-year shoots with buds to the temperature of -10°C for 72 hours and then (immediately before the frost stresses) to 12°C for the same time. In the following winter 1989-1990, again after three graded frost stresses, we evaluated the actual tolerance to frosts in two terms, namely on January 2 and 19. We used programmed cold boxes for hardening and frost stresses instigation and a programmed thermostat for a positive temperature instigation. We compared the tolerance stability and the actual frost hardiness of the Auxerois blanc variety with the results obtained with the relatively most resistant variety of the Czechoslovak assortment - Riesling. In November 1988, after three frost stresses, we found Auxerois blanc variety buds to have approximately the same high stability of the tolerance to frost after winter warm spells as the Riesling variety has. 59.7% of the Auxerois blanc and 54.7% of the Riesling varieties buds were budding on the average after three stresses (Table I). The mean actual frost hardiness values of both varieties are the same, too. 69.9% of the Auxerois blanc and 69.2% of the Riesling varieties buds were budding on the average in two terms after six frost stresses. In comparison with the Riesling variety, the Auxerois blanc had bud viability 8% higher after frost stresses at the beginning of January, but 7% lower on January 19 (Table II). One can expect a slightly higher genetic ability of the Auxerois blanc variety to resist to strong frosts than in the case of the Riesling variety, because the shoots of the latter mature more quickly in the fall (Fig. 1). On the basis of above - mentioned results of the frost tolerance as well as relatively high grape yields for a first-quality wine production, we recommend to include the Auxerois blanc variety in determined variety tests and utilize it in intra- and inter-species hybridization in ČSFR.

grape vine; frost stresses; frost - resistance stability; actual frost - resistance

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

DEVÁTÁ LETNÍ ŠKOLA BIOMETRIKY

Ve dnech 27.-31. srpna 1990 probíhala tradiční již 9. letní škola biometrie v Lednici na Moravě. Organizátorem tohoto setkání byla opět komise matematických metod a výpočetní techniky, v současné době po restituci ČSAZ komise biometrická, a to ve spolupráci s Mendeleem v Lednici, tj. vědeckým pracovištěm Vysoké školy zemědělské v Brně a ČSVTS Výzkumného ústavu pro zúrodnění zemědělských půd v Brně. Tak jako dosud bylo účelem tohoto setkání seznámit odbornou veřejnost, především pracovníky z výzkumu, šlechtění a školství s novými výsledky naší vědy, především s ohledem na účelné využívání biometrických metod.

Jednání zahájil ing. J. Pešek, DrSc., z titulu předsedy biometrické komise, který poukázal na tradici a ohlas těchto setkání. Za hostitelské organizace, tj. Mendeleum pozdravil přítomné ing. M. Kadlec, CSc., za Zahradnickou fakultu VŠZ prof. F. Kraus, CSc., a za vedení VŠZ prorektor doc. J. Erbes, CSc. Závěrem tohoto úvodního zasedání zhodnotil ing. Pešek, DrSc., zásluhy prof. J. Roda, DrSc., bývalého dlouholetého předsedy biometrické komise, o rozvoje propagaci biometrie v ČSFR, a to při příležitosti jeho životního jubilea.

První sekce byla věnována Biometrice ve šlechtění a zkoušení odrůd zemědělských plodin. Zahájena byla referátem J. Roda o *Možnostech objektivního posuzování výkonnosti zemědělských plodin*. Poukázal na obtíže spojené s objektivním posuzováním výkonnosti a jakosti s ohledem na specifiky zkoušených plodin a naznačil metodické analytické cesty řešení. Do této sekce spadaly další příspěvky. V úvodní přednášce seznámil J. Vondráček (MÚ ČSAV, Praha) přítomné *s popisem a analýzou tabulek dvojného třídění*, ve které upozornil především na komplikace vznikající při praktických aplikacích tohoto modelu v polním pokusnictví. V. F. Gerasimenko (VÚ, Oděsa) předložil studii o *Fenomenologickém modelu výnosu zrna pšenice s ohledem na limitující faktory prostředí a genotypu*. Dospěl k závěru, že úspěch ve šlechtění je dosažitelný pouze zvyšováním skliňového indexu při geneticky stabilním výnosu biomasy. Toto konstatování doložil příslušným modelem J. Pešek (VÚZZP, Brno); který navrhl postup pro *optimalizaci počtu pokusných roků a míst v sériích polních pokusů*, a to na základě požadavku, aby byla zajištěna průkaznost daného rozdílu mezi pokusným členem a standardou. J. Niederle a J. Hartmann (VÚZZP, Brno)

zaujali kritické stanovisko *k odhadu výkonu v neúplných pokusech*. Na základě simulační studie poukázali na možnosti jednotlivých analytických přístupů. J. S t á v k o v á (VŠZ, Brno) přednesla referát *Využití neparametrických testů při hodnocení polních pokusů* s uvedením konkrétního příkladu. A. V a c h ů n o v á a J. L é t a l (Mendeleum, Lednice) se zabývali *konkurenční schopností u vybraných znaků sóje*. U tří odrůd studovali v různých konkurenčních podmínkách pět kvantitativních znaků a odhadli geneticky podmíněné parametry jejich konkurenční schopnosti. O *modelování procesů a přípravě koncepčních modelů pro syntézy ekosystémových studií* hovořil M. P a l á t (VŠZ, Brno). Seznámil se současným stavem problematiky, nastínil metodické přístupy a uvedl výsledky studií lužního lesa a smrkových porostů z různých růstových podmínek. J. M o k r ý (ÚKZÚZ, Brno) seznámil přítomné se stavem, úkoly a požadavky, vyplývajícími ze současných strukturálních změn, v referátu na téma *Státní odrůdové zkoušky - závěr šlechtitelského procesu*.

Druhá sekce byla zaměřena na *Nové poznatky z teorie a praxe biometrické analýzy a softwarových prostředků*. J. V o ť ě a (Mendeleum, Lednice) vysvětlil problematiku *genetické analýzy genotypů jako integrovaného a asociovaného systému*. M. K a d l e c z téhož pracoviště využil možnosti *hodnocení efektů GCA a FCA v genotypu sóje na úrovni F_3 a F_4 generace v rocích*. V. L o n c, V. K a d l u b e c a D. Z a l e v s k i j (VŠZ, Vroclav) zaměřili svůj příspěvek na *dialelní analýzu kvantitativních znaků F_1 hybridů u ozimé pšenice*, v níž osvětlili charakter dědění znaků na základě konkrétního křížení. Další referát V. K a d l u b e c e, V. L o n c e a D. Z a l e v s k é h o se týkal *odhadu kombinační schopnosti linií ozimé pšenice na základě dvouletého pokusu*. Na příkladu daného materiálu popsali model a výsledky šetření. L. R o s e n b e r g (VŠÚTPL, Šumperk) hovořil o *možnostech nepřímé selekce na odolnost k poléhání u lnu*. Vysvětlil podstatu poléhání, identifikaci dílčích znaků a možnosti komplexního hodnocení. J. L é t a l (Mendeleum, Lednice) se zabýval *simulačními přístupy v genetice kvantitativních znaků*, na jejichž základě dokládal komplexní funkci chromozómů pro charakter dědičnosti.

M. U ž í k a A. Ž o f a j o v á (VÚRV, Piešťany) nastínil možnosti aplikací úsekových koeficientů. Mimo obecné úvahy o jejich podstatě a použitelnosti demonstrovali příslušnou aplikaci z oblasti šlechtění jetele lučního. V dalším referátu se tížž autoři zabývali metodami odhadů genetických zisků při různých metodách selekce. Definovali podstatu individuálního a rodinového výběru a nastínil metody odhadu genetického zisku za definovaných podmínek. *Systémem výběru rodičovských odrůd pšenice se*

zabývali V. Š í p a M. Š k o r p í k (VÚRV, Praha) a uvedli seznam rozhodujících znaků. Příspěvek J. R a d k a (VŠÚŘ, Semčice) se týkal *Zpracování technologických projektů pro cukrovku na počítači*, který byl vyvinut pro průběžné pěstební a ekonomické hodnocení cukrovky. O *systému programů pro hodnocení výsledků polních pokusů analýzou rozptylu* hovořil J. N i e d e r l e (VÚZZP, Brno). Upozornil na jejich specifika, použitelnost a limity. V. B r a b e n e c (VŠZ Brno) nastínil *modernizaci forem a obsahu výuky biometrie na VŠZ v Praze*, včetně osnov, rozsahu praktik a dalších perspektiv.

Třetí sekce byla věnována *Biometrické analýze v živočišné výrobě a plemenářské praxi*. Referát J. D u f k a (VŠZ, Brno) byl věnován *selekčním indexům v ASŘ chovu prasat*. Zahrnoval jejich matematické řešení a informace o možnosti aplikací. J. W o l f, G. N i t t e r, V. J a k u b e c a D. F e w s o n (VÚŽV, Uhřetěves) referovali o *analýze parciálních dialektů se dvěma soubory rodičovských populací*, v němž popsali příslušné modely a jejich řešení. K. B e b e r z téhož ústavu hovořil o *SAS - statistickém analytickém systému*, zahrnujícím specifikaci a použitelnost příslušných programů. J. T o š o v s k ý (DP Xaverov, Praha) vysvětlil *řešení stresových syndromů u prasat se zřetelem na biologická a ekonomická hlediska*. O *metodách analýzy alometrického růstu* hovořil P. F í a k (VÚŽV, Nitra). Vysvětlil podstatu příslušných modelů a jejich matematické řešení. *Problematica matematicko-genetického hodnocení kvantitativních a kvalitativních dědičností* byla z genetického i analytického hlediska komentována J. N o v ý m (VŠP, Nitra). K *analýze produkční účinnosti jednotlivých krmiv ve výživě přežvýkavců* zaujali stanovisko Z. K r á l í k o v á (VÚVZ, Pohořelice) a O. K r á l í k (VÚZZP, Brno). Vysvětlili možnosti uplatnění produkčních funkcí při hodnocení produkční účinnosti krmiv a navrhli příslušné metodické postupy. Využitím počítačů ve veterinární hygienické péči se zabývali M. G a v a l e c (VŠV, Košice) a P. R a j z á k (MVS, Košice) v příspěvku *Umělá inteligence a expertní systémy v zemědělství*. Jde o počítačový systém, umožňující řídit výživu dojníc při respektování biologických a ekonomických hledisek.

Soubor přednesených a přihlášených referátů byl vydán ve Sborníku z 9. LŠB *Biometrická analýza a výpočetní technika v genetice, šlechtění a plemenářské práci*, Lednice na Moravě 27.-31. 8. 1990, str. 244, nákladem VŠZ v Brně. Omezený počet zbývajících výtisků je k dispozici zájemcům ve vedení biometrické komise ČSAZ ve VÚZZP, pobočka Brno, Lidická 25/27, PSČ 657 20.

Prof. ing. Jan R o d, DrSc.

Macháň F., Vybíralová M.: Methods of indirect selection in oats breeding	29
Dreiseitl A.: Analyses of powdery mildew (<i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>hordei</i>) population	39
Zadina J.: Classification of potato crossing combinations from the point of view of their suitability for breeding resistance to <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary on tubers in field conditions	47
Šimko I.: Influence of bud physiological age and increased nitrogen dose upon potato growth <i>in vitro</i>	61
Hubáčková M.: Tolerance of Auxerois blanc grapevine variety to winter frosts	71

SUPPLEMENT

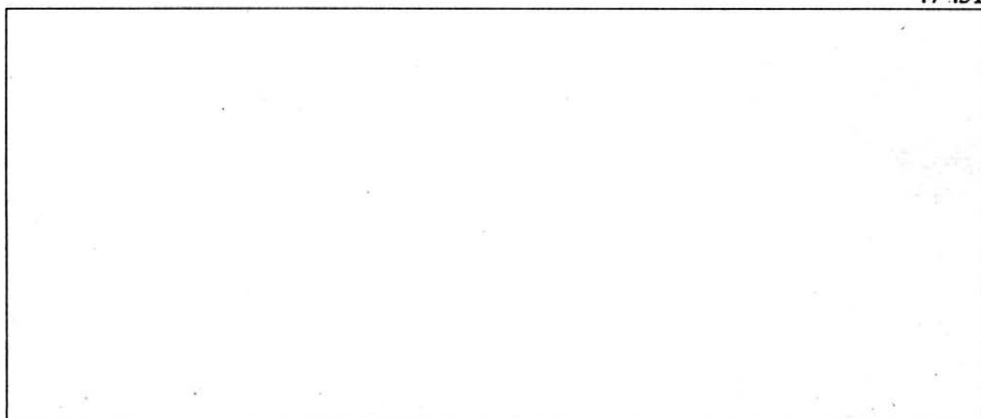
Piršelová B.: Hybrid breeding of rye	I
--	---

INHALT

Hartmann J., Niederle J., Rod J.: Vergleich der Methoden zur Bewertung der nichtorthogonalen Serien der Sortenversuche	1
Šíp V., Amler P., Bobková L., Škorpík M.: Geltendmachung der Kurzhalmigkeitgene im Züchtungsprogramm des Backweizens	7
Vaculová K.: Analyse der ertragsbildenden Komponenten der Sommer- und Winterfuttergerstenhybriden	19
Macháň F., Vybíralová M.: Methoden der indirekten Selektion in der Haferzüchtung	29
Dreiseitl A.: Analysen der Mehлтаupopulationen (<i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>hordei</i>)	39
Zadina J.: Bewertung der Kartoffelkreuzungskombinationen aus der Sicht der Eignung der Kartoffel zur Züchtung auf Resistenz gegen <i>Phytophthora</i> <i>infestans</i> (Mont.) de Bary an den Knollen unter Feldbedingungen	47
Šimko I.: Einfluss des physiologischen Alters der Knospe bei höheren N-Gaben auf das Wachstum der Kartoffeln <i>in vitro</i>	61
Hubáčková M.: Resistenz der Weinsorte Auxerois blanc gegen starke Fröste	71

BEILAGE

Piršelová B.: Hybride Roggenzüchtung	I
--	---



Rukopis odevzdán k tisku 12. 2. 1990 - Podepsáno k tisku 22. 5. 1991

Vědecký časopis GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ ■ Vydává Československá akademie zemědělská - Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ■ Vychází čtyřikrát ročně ■ Redaktorka RNDr. Marcela Braunová ■ Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 25 75 41 ■ Vytiskla Grafia Kyjov ■ © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1991.

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9.

POSTGRADUÁLNÍ STUDIUM Z OBORU GENETIKY

PŘÍLOHA ČASOPISU GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ

HYBRIDNÍ ŠLECHTĚNÍ ŽITA

Blanka PIRŠELOVÁ

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha-Ruzyně

V současné době nejrozšířenější populační šlechtění u žita nedává předpoklad výraznějšího zlepšení odrůd, které si vyžaduje moderní zemědělská výroba s vysokou intenzitou pěstování. Cílem je vytvoření výnosových odrůd s odolností k poléhání, ke komplexu neškodlivějších chorob, se zvýšenou mrazuvzdorností, s odolností k porůstání zrna v klasu a s vysokou technologickou kvalitou zrna. Limitujícím faktorem je zejména otázka poléhání. V podstatě jde o vytvoření nového modelu rostliny s rekombinací zejména těch vlastností, u nichž se fylogeneticky vyvinuly silné negativní korelace. Překonat tyto korelace se zatím u žita nepodařilo, což je také hlavním důvodem, proč celosvětově klesají plochy žita a tato plodina je i přes svoji nezastupitelnost v lidské výživě vytlačována do nepříznivých pěstitelských podmínek (Kovář, cit. Nátrová, 1975). Metodou šlechtění, která by podle prvních zkušeností mohla vést k podstatnému zvýšení výnosů u žita, je hybridní šlechtění.

Jako cizosprašná plodina s dostatečně účinným mechanismem opylování a se silným vztahem mezi výkonem a stupněm heterozygotnosti, splňuje žito základní požadavek pro úspěšné uplatnění hybridního šlechtění (Marker et al., 1985). Výhody hybridního šlechtění v porovnání s tradičním populačním šlechtěním u žita lze shrnout do tří hlavních bodů:

- a) plná využitelnost zvýšení heterozního efektu, který se vyskytuje u F_1 hybridů mezi geneticky nepříbuznými šlechtitelskými populacemi,
- b) možnost využít účinků nejen obecné, ale i specifické kombinační schopnosti pro odrůdové zlepšení,
- c) větší flexibilita při vývoji speciálních odrůd (Geiger, Wilde, 1985).

Hybridní šlechtění žita je založeno na využití systémů, které odstraňují nezbytnost ruční kastrace kvítků mateřských rostlin. Takovými mechanismy, které umožňují velkoplošnou kontrolu opylování, jsou:

- 1) autointompatibilita,
- 2) jaderná samčí sterilita,
- 3) cytoplazmatická samčí sterilita (CMS),
- 4) gametocidy.

Ve šlechtitelské praxi se dosud plně využívá jen CMS-mechanismu.

HETEROZE A INBREEDINGOVÁ DEPRESE

Základní podmínkou zvýšené výkonnosti hybridů je projev heteroze. Tento jev se vyskytuje v každé populaci žita, neboť zde existuje podobně jako u ostatních cizosprašných rostlin přísná závislost výnosu na stupni heterozygotnosti. Jak dokázaly výzkumy, je vztah mezi výkonností, výnosem a mezi stupněm heterozygotnosti u většiny znaků lineární

(Geiger, Wilde, 1985). Vysoký stupeň heterozygotnosti je v populacích udržován přisným cizosprášením a velikost heteroze je průměrnou sumou hodnot kombinačních schopností jednotlivých znaků, které se vytvářejí při náhodném sprášení rostlin (Kaczmarek, 1985).

Provedení inbreedingu v populacích žita vede v každé jeho generaci ke zvýšení podílu homozygotních genů, což má za následek snížení životnosti rostlin (často až do úhynu), snížení tempa růstu, úrodnosti, výšky rostlin atd. Tento jev se nazývá inbreedingová deprese. Po určitém počtu generací se dostává inbreední minimum, kdy další samosprášení rostlin již nevede ke snížení jejich životnosti. Příčinou inbreedingové deprese je homozygotizace v recesivních alelách a zřejmě také narušení sbalancovanosti polygenního systému (Dorofjev, 1986; Wolski, 1970).

Projev heteroze a jeho velikost je podmíněna specifitou genotypů křížených komponent, proto je třeba pro získání hybridů žita s vysokou heterozí provádět výběr v první řadě podle specifické kombinační schopnosti (Kobyljanskij et al., 1982). Na základě studií dospěl Kobyljanskij (1982a, b) k závěru, že nejlepšího projevu heteroze se u žita dosahuje při křížení geneticky odlišných, geograficky vzdálených odrůd, které patří k rozdílným ekologickým skupinám. Hybridy s vysokou heterozí vznikají spojením vysoké produktivnosti s vysokou adaptabilitou rodičovských odrůd či linií v hybridu.

Velikost heteroze je maximální v první generaci hybridů a snižuje se u druhé generace o 9-20 % a u třetí o 10-30 % (Kobyljanskij, 1982a). Lapiňski (1976) při studiu meziliniových hybridů zjistil, že účinky deprese v rozvoji jednotlivých znaků v populacích F_2 jsou spojeny s účinky heteroze v F_1 populacích. Znaky, které v F_1 generaci nejvíce prokazovaly silnou heterozí, podléhaly také nejsilnější depresi v generaci F_2 a naopak. Obvykle se výnos zrna v F_2 populacích blížil polovině difference mezi průměrnou hodnotou rodičů a F_1 hybridů. Podle jiných údajů (Kobyljanskij, Kosov, 1971) v některých případech se hybridy v F_2 generaci blížily ve výnosu zrna F_1 hybridům. Je tedy zřejmé, že pro každou konkrétní kombinaci je charakteristická zvláštnost v nestálosti nebo uchování heterozního efektu v potomstvu. To ukazuje na možnost výběru párů odrůd žita, které mohou dávat hybridy s heterozním efektem i v F_2 generaci a které nepotřebují každoroční reprodukci osiva.

Velké kolísání ve velikosti heterozního efektu meziodrůdových hybridů bylo zjištěno při reciprokých kříženích. Rozdíl ve výnosu reciprokých hybridů dosahoval 30-40 % (Kobyljanskij, 1982b). Většina hybridů změnila svou produktivitu také při změně místa pěstování. Proto je nezbytné provádět selekci na heterozní efekt s ohledem na konkrétní podmínky pěstování hybridů (Kobyljanskij, 1982b).

Studiem výšky heterozního efektu u žita se zabývala řada autorů a většinou se shodují v názoru, že maximální heterozí dosahují hybridy meziliniové a liniovo-odrůdové (Kobyljanskij et al., 1982). Kaczmarek (1985) však zjistil, že faktorem limitujícím heterozí u takových hybridů je nízká fertilita rostlin. Inbreední linie vykazující depresi ve fertilitě totiž velmi často přenášejí svou nízkou fertilitu do meziliniových hybridů.

Při testování na kombinační schopnost bylo získáno několik inbreedních linií odvozených z odrůd-populací. Mezi F_1 hybridy byly nalezeny kombinace převyšující standardní odrůdu ve výnosu zrna o 39 %. Velikovský (1971) uvádí výsledky dialelního křížení odrůd, při nichž byl zjištěn poměrně vysoký heterozní efekt pro hmotnost zrna na parcelu i na rostlinu, dosahující v některých případech až okolo 25 % oproti lepší rodičovské odrůdě. Ključko, Bělovsov (1974) svými pokusy potvrdili, že na základě vhodně vybraných rodičovských párů je možné získat hybridní kombinace, jejichž produktivita převyšuje nejen lepšího rodiče, ale i standard. Získali hybridy ozimého žita, kteří ve výnose převýšili rodičovskou odrůdu o 26,0-33,0 % a standard (Oděsskaja 1) o 18,0-38,0 %.

N á t r o v á (1975) zkoušela kombinace křížení také s použitím odrůd s kratším stéblem a z nich vybraných krátkostébelných forem. Heterozní efekt proti lepšímu rodiči se pohyboval od 7,55 do 33,14 % a ve srovnání s kontrolou (Kustro) od 11,67 do 30,28 %. Na maximálním heterozním efektu se podílely jednotlivě nebo v různých kombinacích následující faktory: vyšší počet zrna na klas a na rostlinu, hmotnost zrna na klas, HTZ a větší odnožování. U hybridů se projevila heteroze i ve výšce rostlin, avšak délka stébula kříženců vlivem krátkostébelných výchozích forem již nedosáhla většinou délky dlouhých odrůd a odolností proti poléhání byla na úrovni lepšího rodiče nebo standardní odrůdy Kustro. Ve všech případech byli hybridy nižší, jestliže mateřská odrůda měla kratší stéblo.

K o l a s i ň s k a (1982) uvádí výsledky hodnocení úrovně heteroze jednoduchých liniových hybridů na sterilním základě (P-cytoplasma). Největší heteroze byla zaznamenána u výnosu zrna - 51 % (9-109 %) a hmotnosti zrna na klas - 39 % (10-71 %). Heteroze ve výšce rostliny byla značně nižší - 1,5 % (-7-9 %). Nejlepší F_1 hybridy byli lepší než kontrolní odrůda (Dańkowskie Złote) o 10-20 %. G e i g e r, S c h n e l l (1975) při křížení sterilní linie L1-P s liniemi, pocházejícími z evropských odrůd, získali kombinace, které nejen převyšovaly standard ve výnosu zrna o 21 %, ale vyznačovaly se kratším stéblem a byly odolnější poléhání.

Srovnávací studium meziodrůdových hybridů F_1 na fertilitním základě a stejných liniovo-odrůdových hybridů na sterilním základě (R-cytoplasma) neukázalo plnou identičnost ve velikosti heteroze. Ne vždy udržely sterilní linie získané z odrůd s vysokou specifickou kombinační schopností úroveň kombinační schopnosti vlastní původní odrůd. Proto je nutné zkoušet specifickou kombinační schopnost u vytvářených sterilních linií nebo analogů odrůd (K o b y l j a n s k i j et al., 1982).

HYBRIDIZAČNÍ MECHANISMY

Autoinkompatibilita

Autoinkompatibilita je nejdůležitější znak, na kterém je založen způsob rozmnožování žita. Tento mechanismus poskytuje u odrůd s volným sprášením záruku, že v porostu bude docházet pouze k cizosprášení. To zaručí zachování vysokého stupně heterozygotnosti v panmiktické populaci, a tím i využití jevu heteroze v co nejširším měřítku (W r i c k e, 1985a).

Převážná většina rostlin žita nezakládá tedy při nuceném samosprášení semena vůbec, nebo zakládá ne více než 5 % semen. Avšak v populacích žita se někdy setkáváme i s rostlinami, které mají nízkou, střední nebo vysokou autofertilitu při samosprášení. To je projevem jak dědičných rozdílů mezi genotypy v autosterilitě, tak i určitým stupněm modifikační proměnlivosti tohoto znaku. Jev, kdy autosterilní genotypy v určitých podmínkách zakládají ve zvýšené míře semena po samosprášení, se označuje jako pseudoautofertilita. Zároveň část rostlin v populacích žita, které jsou schopné zakládat při samosprášení značné množství zrna (více jak 20 %), dostatečně spolehlivě předává tuto vlastnost svému inbrednímu potomstvu. Cestou samosprášení v následujících generacích takových rostlin se získávají autofertilní inbrední linie, které v ojedinělých případech zakládají ne méně zrna než při volném sprášení (D o r o f e j e v, 1986). R u e b e n - b a u e r (1976) uvádí, že autokompatibilita měřená procentem nasazených zrn pod izolátorem je vyšší u rostlin dobře vyvinutých v důsledku jejich heterozygotního stavu a také příznivých podmínek prostředí, se zvláštním zřetelem na průběh počasí v době prorůstání pylové láčky do čnělky pestíku.

Gametofytická autoinkompatibilita, vyskytující se u žita, je podmíněna komplementárním působením dvou sérií mnohonásobných alel označených symboly S a Z (Ruebenbauer, 1976). Pylová zrna neprorůstají v pylovou láčku u těch pestíků, jejichž tkáň obsahuje stejné alely genů S a Z, které jsou i v těchto pylových zrnech.

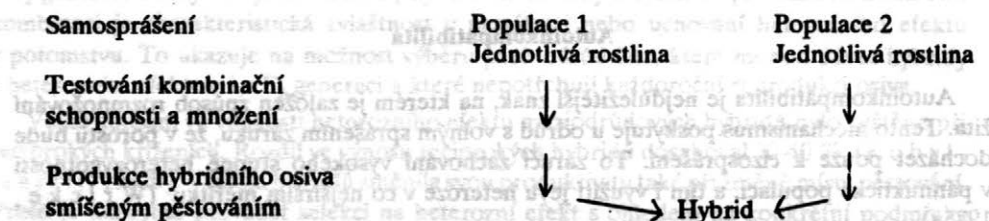
Částečná autokompatibilita je podmíněna hlavně mutacemi alel S a Z na geny recesivního charakteru (*sf*, *zf*), přičemž rostliny heterozygotní v této mutaci jsou autofertilní pro převahu kompatibilního pylu (Dorošev, 1986). Kromě toho existují geny schopné modifikovat účinek alel základních genů inkompatibility. Ruebenbauer (1976) potvrdil hypotézu o působení alespoň dvou párů genů-modifikátorů (*V* a *Y*), které v recesivním stavu (*vf* a *yf*) zvyšují stupeň autokompatibility.

Ruebenbauer (1976) objevil při studiu inbredních linií nové tvary praporcového listu, dosud neznámé u volně opylovaných populací. Je to tvar trojúhelníkový a lineární, které se objevují u linií vysoce autokompatibilních. Byla tak vytvořena hypotéza o vazbě genů pro tvar listu s geny pro autoinkompatibilitu. Ruebenbauer, Pajak (1984) také zjistili, že existuje vazba genů pro autoinkompatibilitu a genů kontrolujících obsah alkylrezorcínolů v zrnech. Nejvyšší obsah alkylrezorcínolů byl u autoinkompatibilních linií, zatímco linie autokompatibilní se vyznačovaly výrazně nízkým obsahem těchto látek.

Mutace genů pro autoinkompatibilitu mohou být snadno přeneseny křížením do jakékoli formy žita, což je možné využít při vývoji inbredních linií pro výrobu hybridů za pomoci cytoplazmatické samčí sterility (Geiger, 1982).

Využití autoinkompatibility v hybridním šlechtění žita

Jev autoinkompatibility umožňuje využít velice jednoduchý přímý šlechtitelský postup výroby hybridního osiva žita pouhým smíšeným pěstováním dvou rodičovských linií, podle schématu (Wricke, 1985b):



Předpokladem pro využití tohoto postupu je získání dostatečného množství osiva po samosprašení jednotlivých rostlin a současně zachování vysoké autoinkompatibility vytvořených linií. Toho je možné u žita dosáhnout použitím vysokých teplot (30 °C) během pěti až sedmi dní krátce před kvetením a během květu (Wricke, 1985a). Toto tepelné ošetření umožní 5-25% nasazení zrna po samosprašení a je nezbytné jej provést pouze při prvním kroku, další množení linií pak probíhá za normálních podmínek.

Hybridní odrůdy získávané výše popsáním způsobem se skládají z 83 % z křížení mezi liniemi, je zde tedy využit poměrně vysoký podíl heterozy. Avšak zbylých 17 % osiva pochází z opylení v rámci linií, což zhoršuje kvalitu hybridního osiva. Jelikož rodiči jsou inbrední linie, dochází jednak ke snížení výnosu a navíc nejednotnost porostu může vést k potížím při uznávání odrůd. Je však reálné, že rostliny pocházející z opylení uvnitř linií budou v porostu ve značné míře potlačeny, v důsledku čehož vznikne vyrovnaný porost (Wricke, 1985a).

Zvýšení prokříženosti mezi liniemi je možné dosáhnout zvětšením počtu rodičovských linií. Při společném odkvětu tří, čtyř a pěti linií bude prokříženost 90, 92,9 a 94,4 % oproti 66,7, 75 a 80 % bez efektu inkompatibility. Takovéto populace vykazují podstatně vyšší

frekvenci heterozygotů, než jak byla získána v tzv. Hardy-Weinbergově rovnováze a nejsou tedy reprodukovatelné jednoduchým panmiktickým množením. Jak uvádí Schell (1982), je možné je považovat za hybridní odrůdy. Wricke (1985a) avšak omezuje pojem hybridní odrůdy na případy, kdy vzniká odrůda jen ze dvou rodičovských komponent.

Výhodou produkce hybridních odrůd tímto postupem jsou podstatně nižší náklady než pro produkci za pomoci pylové sterility. První experimentální výsledky ukazují, že za předpokladu čistého množení rodičovských linií mohou být očekávané stupně prokřížení dosaženy. Při prokřížení vyšší o 10 % dochází k nárůstu ve výnosu o 3-5 % (Wricke, 1985b).

Co se týče výroby hybridního osiva popsáním způsobem, je nutné upozornit ještě na jednu důležitou okolnost. V populaci žita se nacházejí, pokud jde o inkompatibilitu, dvě různé skupiny genotypů (Wricke, 1985b). Menší část rostlin je heterozygotní pouze na jednom lokusu, na jiném je homozygotní (označení *ho het*). Izolované množení rostliny s takovým genotypem vede jen ke sterilnímu potomstvu. Větší část rostlin je heterozygotní na obou lokusech (*het het*). Pouze tyto dvojnásobně heterozygotní genotypy jsou vhodné pro uvedenou metodu šlechtění, neboť zaručují možnost stálého množení inbrední linie. V potomstvu rostliny s takovýmto genotypem je během dvou generací izolované množení dosaženo rovnováhy, kdy polovina rostlin má genotyp *ho het* a polovina *het het*.

Wricke (1985b) zjistil, že výskyt *het het* genotypů, vhodných pro popsanou metodu, je v populacích žita dostatečně vysoký. U hodnocené odrůdy Halo jich bylo v populaci 81 %.

Jaderná samčí sterilita

Chromozómové *ms*-systémy zatím nebyly vyvinuty až do stadia možného praktického využití v produkci hybridního osiva žita. Existují sice účinné *ms*-geny, vhodné markery a vyvážené terciární trisomiky s velmi nízkou samčí transmisí, ale tyto dílčí kroky se dosud nepodařilo zkombinovat do uspokojivě fungujícího systému (Sybenga, 1985).

Je však předpoklad, že stejně jako systém vyvážených terciárních trisomiků (BTT) u ječmene (Ramagel, 1965) bude i u žita využíván vyvážený chromozómový systém jako základ pro udržování linií se samčí sterilitou. Sybenga (1985) považuje tento systém u žita za jednu z možných alternativ, která by mohla přispět k odstranění přílišné omezenosti genetické základny šlechtění hybridního žita na sterilní cytoplazmě jednoho typu. Dalšími výhodami tohoto systému u žita je velký výběr *ms*-genů a snadná indukce *ms*-mutantů dokonce i u specifických genotypů (Sybenga, 1982). Nevýhodou je však značná složitost systému a nutnost splnění několika specifických genetických požadavků oproti konvenčním v hybridním šlechtění (Sybenga, 1982).

Aby mohl být vyvážený chromozómový systém samčí sterility využit v praxi, musí splňovat následující požadavky (Sybenga, 1985):

1. Vhodné inbrední linie, které musí mít nejen obvykle dobré kvalitativní a kombinační vlastnosti, ale také musí být schopné udržovat vyvážený chromozómový systém.
2. Selektivní markery a dobré *ms*-alely.
3. Chromozómové konstrukce, které v inbredních liniích budou spojit vysoký samčí i nulový samčí přenos a dobrou produkci pylu.

Největším problémem v současné době je to, že vytvoření účinného systému výroby hybridů žita při využití chromozómové samčí sterility bude ještě vyžadovat cytogenetické výzkumy značně přesahující náklady, které jsou šlechtitelské stanice ochotny investovat (Sybenga, 1985).

Cytoplazmatická samčí sterilita

CMS je samčí sterilita podmíněná cytoplazmatickými faktory (plazmogeny) za spolupůsobení jaderných genů. Jev CMS byl objeven v populacích žita celkem nedávno (Kobylyanskij, 1962, 1969; Geiger, Schnell, 1970). Jak uvádí Kobylyanskij (1982b) sterilní rostliny žita je možné nalézt téměř v každé odrůdě, populace žita obsahují od 20 do 0,09 % a méně sterilních rostlin. Práce různých autorů ukázaly, že je možné získat jak spontánní, tak i hybridní zdroje CMS u žita (Madej, 1975, 1976).

Geiger, Schnell (1975) uvádějí rozdělení rostlin žita na tři typy podle znaku sterility-fertility. Rostliny se samčí sterilitou (MS-male sterile) mají degenerované prázdné prašníky, které se dají snadno rozeznat od normálních pylem naplněných prašníků fertilitních rostlin (MF-male fertile). Kromě těchto dvou extrémních typů se vyskytují různé typy rostlin s částečnou samčí sterilitou s prašníky od téměř sterilních po redukované fertilitní (PMS-partially male sterile).

Vývoj prašníků a pylových zrn u rostlin žita s CMS

Rozlišení fertilitních a sterilních rostlin a znalost procesu vývoje pylu je nezbytnou podmínkou pro ohodnocení vhodnosti určité formy žita pro účely hybridního šlechtění. Rozdíly mezi prašníky fertilitními a prašníky rostlin s CMS P-typu popsala Nátrová (1974). Sterilní prašníky se liší ve velikosti a tvaru, jsou o polovinu nebo tři čtvrtiny menší než prašníky normální a vyznačují se střelkovitým tvarem. Většinou jen s obtížemi se vysunují z kvítků, jsou viditelně prázdné a nepukají (Gabara et al., 1986).

Pylová zrna sterilních a fertilitních rostlin se snadno rozlišují histochemickou analýzou pomocí acetokarmínu. Sterilní pylová zrna obvykle dosahují menších rozměrů než fertilitní, jsou v různém stupni deformována a po barvení acetokarmínem zůstávají bezbarvá nebo jen slabě zbarvena, zatímco fertilitní pylová zrna se zbarví sytě červeně (Nátrová, 1974).

Kobylyanskij (1982b) rozlišuje rostliny se silně a slabě redukovanými prašníky. Studium mikrosporogeneze autor zjistil, že u slabě redukovaných prašníků meioze probíhá normálně a proces degenerace začíná v jednojaderném stadiu a pokračuje po prvním mitotickém dělení. Procesy degenerace u silně redukovaných prašníků začínají brzy, do začátku meioze. Pylová zrna, degenerující v raných fázích vývoje, jsou velmi drobná a obvykle se mezi sebou slepují.

Studium mikrosporogeneze a vývoje prašníků u rostlin žita se samčí sterilitou se zabývala řada autorů (Ključko, Bělousov, 1972; Kobylyanskij, Katěrova, 1973; Garlicka, Madej, 1975; Gabara et al., 1986). Ve všech případech byly zjištěny poruchy v meiozi, které však mohou způsobit jen částečnou pylovou sterilitu, ale nemohou být příčinou úplné aborce pylu. Je pravděpodobnější, že aborce pylových zrn je způsobena poruchami ve funkci tapeta, které slouží jako zdroj živin pro vyvíjející se mikrospery. Gabara et al. (1986) studovali mikrosporogenezi u sterilních rostlin nalezených v inbredních liniích odrůd žita ozimého a pozorovali destrukci sporogenní tkáně a tapeta. Pokud tato destrukce proběhla před meiozou nebo v raném stadiu meioze, měla za následek přerušení spojení meiocytů se stěnou prašníku, a tím i jejich degeneraci. Hlavní příčinou aborce pylu byla tedy v tomto případě předčasná degenerace tapeta.

Garlicka, Madej (1975) při studiu mikrosporogeneze sterilních rostlin P-typu zjistili, že aborce pylu je zde způsobena přerušením spojení mikrospor s tapetem, ovšem bez jeho předčasné degenerace. Byla pozorována abnormální poloha mikrospor v prašníku. Mikrospery v postmeiotické fázi v jednojaderném stadiu ztratily kontakt s tapetem,

soustředily se uvnitř dutiny prašníku a zde degenerovaly. U prašníků fertilních rostlin mikrospory leží v jednoduché vrstvě přilehlé k tapetu a takový stav trvá po všechna stadia vývoje pyly.

Donory CMS a vytváření úplného genetického systému CMS

Jako zdroj CMS se při výrobě hybridů žita využívá zatím výhradně Pampa (P)-cytoplazma. Tento zdroj byl objeven v SRN (Geiger, Schnell, 1970) v křížení argentinské odrůdy Pampa a linie S₁₇ Petkuser Normal. Na základě tohoto zdroje byl vytvořen systém CMS P-typu, jehož součástí je sterilní linie L-1P, linie udržovatel sterility L-1N a linie-obnovitel fertility sterilních forem L-18F. Pro tento systém CMS je na rozdíl od všech ostatních zdrojů sterility charakteristický malý výskyt genů obnovujících fertilitu a vysoký výskyt genů udržujících sterilitu. Evropské odrůdy mají index obnovení fertility 10-50 %. Zvláštní zájem při hledání obnovitelů fertility CMS P-typu představují populace pocházející z Turecka, z nichž některé jsou hotovými plnými obnoviteli a jsou proto cenné pro použití ve šlechtění (Kobyljanskij, 1982b).

Sterilita pyly linie L-1P je podmíněna spolupůsobením cytoplazmy Pampa a dvou párů nezávislých recesivních genů - (*S*)*rf rf rf rf*. Linie-udržovatel L-1N se využívá pro množení sterilní linie, normální cytoplazma a recesivní sestava genů (*N*)*rf rf rf rf* zabezpečují samčí fertilitu. Obnova fertility u linie L-18F je zabezpečována působením dvou základních komplementárních genů *Rf₁Rf₁Rf₂Rf₂* (Kobyljanskij, 1982b). Scollas a Evans (1979) upozorňují na tři dominantní *Rf* geny, působící u inbredních linií jarního žita. Jejich účinnost lze vyjádřit takto $Rf_1 > Rf_2 > Rf_3$.

Ruebenbauer et al. (1984) předložili hypotézu předpokládající čtyři páry genů, z nichž alespoň pět jednotlivých dominantních genů je nezbytných k obnově fertility. Tato hypotéza, nazvaná hypotézou 5/8, je významná pro výběr linií udržujících sterilitu a obnovujících fertilitu.

Z dosavadních studií (Marker et al., 1985) je zřejmé, že P-cytoplazma má příznivý vliv na vlastnosti hybridů. V průměru hybridy na P-cytoplazmě převyšovali ve výnosu své fertilní protějšky o 5,5 %. Kromě toho cytoplazma zvýšila HTZ, redukovala výšku rostlin a zlepšila odolnost k poléhání.

Kromě P-typu CMS byly získány ještě další zdroje CMS, které však zatím nenašly uplatnění v produkci hybridních odrůd žita. Jde především o R-typ (Kobyljanskij, 1971) získaný z odrůdy Vjatka 2, jehož sterilita je podmíněna spolupůsobením cytoplazmy a jednoho páru recesivních genů (*S*)*rf rf*. Dále je to zdroj 128/3, což je spontánní forma získaná z odrůdy Smolickie (Madj, 1976), zdroje 235b a 279b z populací primitivního žita pocházejícího z Iránu (Geiger, 1971; Morgenstern, Geiger, 1982) a nejnovější typ označený jako G-typ (Adolf, Winkel, 1985), spontánní zdroj sterility získaný z odrůdy Schlägler Alt. Charakteristické pro všechny tyto zdroje CMS je to, že mají podobné genetické založení a na rozdíl od P-typu CMS je u nich malý výskyt genů udržujících sterilitu a vysoká frekvence genů obnovujících fertilitu v populacích všech odrůd žita. Většinu odrůd je možné využít jako hotové obnovitele fertility, dokonce i tehdy, jestliže obnovují fertilitu na 70-80 % (Kobyljanskij, 1982). Proto vytvoření genetického systému CMS u žita je spojeno s obtížemi při získávání udržovatelů sterility pro R-typ a obnovitelů fertility pro P-typ. Výskyt rostlin s odpovídajícími genotypy v populacích žita představuje průměrně 3 % (Kobyljanskij et al., 1982).

Výsledky studia genetického systému CMS P-typu uvádí Nátrová (1977). Při předávání znaku CMS postupovala metodou zpětného křížení, při němž se sterilní rostliny párově křížily s rostlinami odrůd. Paralelně s vytvářením sterilních analogů byly získány i analogy stejné

odrůdy - udržovatelé sterility a obnovitelé fertility. Tento postup vychází z poznatků, že odrůdy žita ozimého představují populace složené z různých genotypů, které se liší reakcí na CMS. Při opakovaném prověřování schopností genotypů docházelo často ke ztrátě otcovských rostlin, které byly plnými udržovateli sterility nebo obnoviteli fertility. Důvodem bylo špatné nasazení zrn u samosprašených rostlin a snížená klíčivost a vitalita nasazených zrn. Kobyljanskij (1982b) navrhuje pro zvýšení zakládání semen izolovat ne jednotlivé klasy, ale celé rostliny. Nátrová (1977) dále zjistila, že k rozpracovaným sterilním analogům je nutné použít odpovídající udržovatele sterility, poněvadž na projev sterility/fertility v potomstvu vykazuje vliv jak genotyp mateřské sterilní formy, tak i genotyp opylitele.

Ke stejným závěrům dospěli také Marker et al. (1985). Podle výsledků jejich studií závisí stupeň a směr cytoplazmatického účinku na genotypu určité rodičovské inbrední linie a navíc byl rozdíl mezi rostlinami s P-cytoplazmou a normální cytoplazmou závislý na klimatických a růstových podmínkách.

Kobyljanskij (1982b) uvádí dva způsoby vytvoření genetického systému CMS. Jestliže je nezbytné mít sterilního analoga pro odrůdu žita, která je charakteristická nepřítomností nebo malým výskytem sterilních rostlin, je třeba použít metodu plných nasycujících křížení pro přenesení genomu do sterilní cytoplazmy donora CMS. Kromě cytoplazmy jsou od donora CMS předávány geny, které kontrolují sterilitu prašníků. Jestliže odrůda, pro kterou je nezbytné vytvořit sterilního analoga, má sterilní cytoplazmu, ale nemá geny sterility, používá se metoda založená na obohacení výchozí odrůdy geny CMS od jiných sterilních analogů.

Získání rostlin udržovatelů a obnovitelů z populace předpokládá (Kobyljanskij et al., 1982) křížení zkoušené rostliny se sterilním testerem a současný inbreeding. Autoři popisují získávání udržovatelů sterility pro R-typ CMS. Po prvním křížení fertálních rostlin se sterilními formami nebyla získána 100% sterilní potomstva, což svědčí o nepřítomnosti úplných udržovatelů sterility. Obvykle se podařilo získat linie, které měly 70-98 % sterilních rostlin v potomstvu. Z těchto linií se cestou dalšího inbreedingu podařilo získat plně udržovatele sterility. Pravděpodobně byla v procesu inbreedingu dosažena homozygotnost v genech, které udržují sterilitu. Opakovaný inbreeding rostlin, které nevykazovaly po jednorázovém křížení vysokou udržovací schopnost, nevedl k získání udržovatelů sterility.

Správně fungující systém samčí sterility je nezbytný nejen pro vlastní produkci hybridního osiva, ale také pro získání dostatečného množství osiva pro testování kombinační schopnosti během vývoje inbredních linií (Geiger, 1985).

Srovnávací studium prokázalo, že R a P typy CMS představují na sobě nezávislé genetické systémy s rozdílnou cytoplazmou a geny, které kontrolují samčí sterilitu. Nezávislé genetické založení znaku samčí sterility umožňuje vytvářet komplexní genetické systémy (Kobyljanskij, 1982b). Jsou známy případy, kdy udržovatelé sterility CMS P-typu působí jako plní obnovitelé fertility u rostlin s CMS R-typů a obnovitelé fertility a udržovatelé sterility R-typu plně udržují sterilitu P-typu (Kobyljanskij et al., 1979, 1980; Adámek et al., 1979).

Využití více než jednoho typu cytoplazmy ve šlechtitelském programu hybridního žita snižuje nebezpečí přenosu nepříznivých vlastností, zejména s ohledem na rezistenci k chorobám. Úsilí o nalezení nových typů sterilní cytoplazmy je stále důležité, neboť tyto zdroje by mohly zvýšit spolehlivost hybridního šlechtění. V tomto ohledu je nadějný zejména nedávno objevený G-typ CMS (Adolf, Winkel, 1985). Ze stejného důvodu navrhuji Morgenstern a Geiger (1982) využít zdroj 235b. Autoři prokázali i u tohoto zdroje odlišnost od P-cytoplazmy a navrhli možnosti využití obou zdrojů ve šlechtitelském programu.

Všechny výše popsané typy CMS představují euplazmatické, to znamená z druhu *Secale cereale* pocházející, formy. L a p i ň s k i (1975) získal sterilní formy také křížením v rámci rodu *Secale*. Nový zdroj samčí sterility vznikl přenosem genomu *Secale montanum* a *Secale kuprijanovi* do cytoplazmy *Secale cereale*. Pěstované žito, *Secale cereale*, bylo fertlní jak v *montanum*, tak v *kuprijanovi* cytoplazmě. Projev samčí sterility byl způsoben interakcí mezi *cereale* cytoplazmou a genový-mi faktory obou divokých druhů. Tento typ CMS má však význam především pro studium cytoplazmaticko-jaderných interakcí u rodu *Secale* a bude těžko využitelný v praktickém šlechtění.

Gametocidy

Využití gametocidů pro indukovanou sterilizaci žita k získání hybridních semen zatím nepřineslo uspokojivé výsledky, neboť působením gametocidů nelze vyvolat 100% samčí sterilitu bez poškození blizny, ale pouze potlačit v určitém stupni vývoj samčích generativních orgánů (N á t r o v á, 1974). Účinek gametocidů závisí na době aplikace, koncentraci roztoku a použitím množství. Důležitým předpokladem pro dobré působení gametocidu je aplikace v určité přesně stanovené vývojové etapě rostlin. V porostu jsou však rostliny ve svém růstu a vývoji tak nevyrovnané, že jednorázový postřik nemůže vyvolat úplnou sterilitu všech rostlin. Tento nedostatek je někdy částečně kompenzován opakováním postřiku, avšak tím často dochází i ke značnému ovlivnění fertility samčích generativních orgánů (N á t r o v á, 1972).

Ze studovaných fyziologicky aktivních látek a výběrově působících gametocidů u žita prokázal nejlepší účinek maleinhydrazid a Ethrel (N á t r o v á, 1972, 1973, 1974). Zatímco však C h o p r a et al. (1960) dosáhli u pšenice pomocí maleinhydrazidu a R o w e l l, M i l l e r (1971) pomocí Ethrelu úplnou sterilitu, bylo u rostlin žita dosaženo jen částečné snížení fertility pylových zrn. U maleinhydrazidu došlo ke snížení nasazení zrn o 23 % a u Ethrelu o 21 %.

V e l i k o v s k ý (1971) a N á t r o v á (1975) navrhli výrobu hybridního osiva žita na principu xenie s využitím uvedených gametocidů. Gametocidy přispěly ke zvýšení nasazení hybridních zrn u ošetřených mateřských rostlin v průměru asi o 20 %. Zatímco u kontrolních neošetřovaných rostlin bylo získáno 34,6-38,2 % hybridů z celkového množství osiva, u ošetřených rostlin se zvýšilo nasazení hybridních zrn na 52,2-59,4 %, což by již mohlo být poměrně dosti uspokojivé pro zlepšení rentability výroby hybridních osiv a jejich výtěžností (V e l i k o v s k ý, 1971).

Zkušenosti u pšenice a ječmene ukázaly, že moderní gametocidy mohou být úspěšně využity pro produkci hybridního osiva. Problémem však zůstává jednak citlivost některých odrůd k používaným sterilantům, ale především také jejich toxicita. Vyvinutí účinných gametocidů vhodných pro žito a splňujících jak šlechtitelské požadavky, tak i požadavky z hlediska ochrany životního prostředí, by přineslo významné výhody při jejich použití k výrobě hybridního osiva oproti CMS-systému (G e i g e r, 1985):

1. ve šlechtitelském procesu
 - a) nebylo by třeba šlechtit na udržování sterility a obnovu fertility a převádět šlechtitelský materiál do sterilní cytoplazmy
 - b) technické zjednodušení testování na kombinační schopnost a větší flexibilita ve výběru testerů a hybridních kombinací;
2. zjednodušené množení mateřského rodiče;
3. snížení genetické zranitelnosti plodiny.

Na druhé straně má použití gametocidů řadu nevýhod (G e i g e r, 1985):

1. účinnost gametocidů závisí na genotypu a prostředí;

2. omezený optimální rozsah působnosti;
3. aplikace není možná za deštivého počasí;
4. produkce osiva není možná pěstováním obou rodičů ve směsi (jsou nutné oddělené pásy).

HYBRIDNÍ ŠLECHTĚNÍ NA BÁZI CMS

Všechny rozpracované programy hybridního šlechtění žita využívají jako hybridizačního mechanismu CMS, přičemž většina z nich je založena na P-cytoplasmě (Geiger, 1985).

Jako základ hybridního šlechtitelského programu jsou nejvhodnější dobře adaptované a geneticky široce založené populace rozdílného původu. Při produkci hybridního osiva musí mateřský rodič splňovat dvě základní podmínky; musí být absolutně pylově sterilní a musí poskytovat přiměřený výnos vysoce kvalitního zrna. Aby byl splněn první požadavek, měl by mateřský rodič být geneticky co možno nejvíce homogenní, poněvadž jinak by testování a kontrola samčí sterility byla znesnadňována segregací genů-modifikátorů. Pokud jde o druhý požadavek, mateřský rodič nesmí trpět inbrední depresí, to znamená, že by měl být vysoce heterozygotní. Oba požadavky mohou být splněny jednoduchým křížencem mezi nepříbuznými inbredními liniemi (Geiger, 1982).

Hlavním požadavkem na otcovského rodiče hybrida je vysoká produkce pylu a jeho rozprašování v dostatečném množství během celé doby kvetení mateřského rodiče. Tento požadavek dobře splňují syntetické odrůdy složené ze dvou nebo více linií, rodin nebo klonů, které se vzájemně doplňují v době kvetení. Jednotlivá inbrední linie se ukazuje méně vhodná, poněvadž inbrední linie jsou příliš pozdní a jejich doba kvetení je příliš krátká. Kromě toho množství pylu a jeho životaschopnost trpí inbrední depresí (Geiger, 1982). Při produkci osiva smíšeným pěstováním také hrozí nebezpečí, že takováto inbrední linie bude potlačena ve vývoji vitálnějším křížencem mateřského rodiče (Geiger, Wilde, 1985).

Na druhé straně by pro maximalizaci možnosti vyselektování hybridů s vysokým a stálým výnosem měl být otcovský rodič vybrán tak geneticky úzký, jak dovolí požadavek na produkci hybridního osiva. Čím je totiž otcovský rodič geneticky užší, tím lépe mohou být využity účinky specifické kombinační schopnosti (Geiger, Wilde, 1985).

S ohledem na výše uvedené požadavky navrhli Becker et al. (1982) jako optimální hybridní typ u žita dvojitého hybrida nebo hybrida, který vznikne křížením jednoduchého hybrida (matka) s dvouliniovou syntetickou populací (otec). Takovéto hybridní typy nejlépe splňují požadavek spojení vysokého výkonu s uspokojivou stabilitou výnosu v produkované hybridní odrůdě.

Studiem v Hohenheimu (SRN) bylo zjištěno, že největší heterozní efekt (10 %) je u hybridů pocházejících z křížení odrůd ze skupiny Petkus a odrůdy Carokurz. Proto se také provádí šlechtění pylově sterilních linií a udržovatelů sterility z populace Petkus a šlechtění linií obnovitelů z populace Carokurz. Pylově sterilní linie a udržovatelé sterility tvořící mateřskou formu musí pocházet ze dvou různých populací Petkus (Kolasinská, 1984).

Šlechtění hybridních odrůd probíhá v následujících fázích:

- zlepšení výchozích šlechtitelských populací,
- vývoj rodičovských inbredních linií,
- testování kombinační schopnosti,
- předpověď heterozního efektu,
- produkce hybridní odrůdy.

Zlepšení výchozích šlechtitelských populací

Vyhledky hybridního programu na úspěch závisí do značné míry na úrovni výkonnosti výchozích populací (Sprague, Eberhart, 1977 - cit. Geiger, Wilde, 1985).

Průběžné, neustálé zkvalitňování populací, jejímž cílem je zvyšovat úroveň populačního výkonu postupným zvyšováním frekvence příznivých genů nebo genových kombinací, je tedy nezbytným předpokladem pro dosažení budoucího úspěchu ve šlechtění. Geiger, Wilde (1985) navrhli několik postupů zpětné tzv. rekurentní selekce, které se liší podle toho, zda je materiál určený ke zlepšení autoinkompatibilní nebo autofertilní. V prvním případě směřuje rekurentní selekce ke zlepšení vlastního výkonu populace nebo ke zlepšení potenciálu populace pro produkci syntetické odrůdy. V autofertilních materiálech, na druhé straně, směřuje selekce výhradně ke zlepšení potenciálu populace pro produkci hybridní odrůdy, to znamená, že jejím cílem je v tomto případě zlepšení populace v kombinační schopnosti a ve spolehlivosti udržovat sterilitu nebo obnovovat fertilitu.

Při použití rekurentní selekce se v dané šlechtitelské populaci bude postupně zmenšovat aditivní genetická variabilita. Proto je nezbytné čas od času genetické rozšiřování nebo znovuvytváření šlechtitelských populací. Důvodem pro to mohou být i změny ve šlechtitelském cíli, které vyvolávají odpovídající změny v genetickém složení výchozích populací (Geiger, 1982).

Vývoj rodičovských inbredních linií

Vzhledem na obtížnost šlechtění inbredních linií z populace s vysokým stupněm autoinkompatibility se zavádějí geny autokompatibility do výchozích populací (Kolařík - s k a, 1984). Takovéto geny byly nalezeny v mnoha formách žita, u nichž je autofertilita tak vysoká, že dokonce i při volném sprášení se vyskytuje 30-50% podíl samosprášení (Geiger, Schnell, 1970 - cit. Geiger, Wilde, 1985). Jak již bylo popsáno dříve, dá se autoinkompatibilita překonat nejen geneticky, ale i fyzikálně, a sice tepelným ošetřením (Wricke, 1985a).

Podrobné schéma vývoje rodičovských linií a produkce experimentálních hybridů uvádí Geiger (1985). Vývoj mateřských linií je značně komplikován nutností vytvořit sterilní analogy opakovaným zpětným křížením před tím, než může být proveden test na kombinační schopnost. S_0 genotypy se vybírají ze šlechtitelských populací zlepšených rekurentní selekcí. Přenesení genomu do sterilní cytoplazmy by mělo být zahájeno ne později než v S_2 nebo S_3 generaci. Dále jsou nejlepší S linie současně selfovány a kříženy na sterilní linii až je dosaženo téměř homozygotních linií na normální a sterilní cytoplazmě. Během celého šlechtitelského procesu se provádí přísná selekce na výkon a udržování sterility. První a druhá generace zpětného křížení je následně testována na kombinační schopnost. Pozornost musí také být věnována možným negativním účinkem sterilní cytoplazmy na výnos a výnosové komponenty sterilních analogů (Geiger, 1982, 1985).

Vývoj otcovských linií by měl být také prováděn na sterilní cytoplazmě, neboť to umožní předběžné prověření na vysokou obnovující schopnost a také přizpůsobit šlechtitelskou populaci sterilní cytoplazmě vzhledem ke zjištěným významným interakcím genotyp x plazmotyp u důležitých agronomických znaků. Pokud je otcovská linie vyvíjena na sterilní cytoplazmě, může šlechtitel využít tyto interakce nejenom při testování na kombinační schopnost, ale také při selekci na vlastní výkon (Geiger, 1985).

Rodiče syntetické populace mohou být vybráni z autofertilních nebo autoinkompatibilních populací nebo z obou. Autofertilita umožňuje široký rozsah inbredních programů, a tím zvyšuje pravděpodobnost nalezení vynikajících kombinací. Kromě toho může být účinněji zlepšena obnovující schopnost. Na druhé straně práce s autoinkompatibilními materiály umožňuje spojit hybridní a populační šlechtění do jednoho obsáhlého programu (Geiger, 1985).

Vývoj otcovských linií je usnadněn tím, že zde není nezbytné, aby inbreeding pokračoval

až do úplné homozygotnosti. Požadavky na schopnost obnovovat fertilitu nejsou u žita tak přísné vzhledem k jeho účinnému systému opylování. Normální nasazení zrna je u hybridů dosaženo i tehdy, jestliže jen část rostlin produkuje pyl. Optimální počet generací samosprašení se pohybuje mezi dvěma a čtyřmi (Geiger, 1982).

Testování kombinační schopnosti

Dostatečné množství osiva pro testovací křížení je možné vyprodukovat pouze při použití CMS-mechanismu. Testování mateřských linií může být započato, jakmile je genom linie přenesen do sterilní cytoplazmy alespoň jednou až dvěma generacemi zpětného křížení. Osivo pro testovací křížení pak může být získáno obvyklým cyklickým (testovacím) křížením sterilních analogů (matka) s testerem (otec). U otcovských linií se využívá opačný postup, kdy obnovující linie - otec jsou testovány na sterilní analog - matka (Morgenstern, Geiger, 1975; Velikovský, Macháň, 1975; Geiger, 1985; Madej, 1985).

Pro teoretické a praktické cíle by měla být selekce na kombinační schopnost prováděna ve třech stupních (Geiger, 1985):

1. včasné testování na obecnou kombinační schopnost (OKS) v rámci rekurentního zlepšení populací;
2. testování mladých inbredních linií nebo rodin na OKS k partnerské populaci;
3. testování nejlepších mateřských a otcovských linií na OKS a specifickou kombinační schopnost (SKS) ve faktoriálních kříženích s liniemi z partnerské populace.

Předpověď heterozního efektu

I pro poměrně malý počet vyselektovaných rodičovských linií by bylo prakticky nemožné vyprodukovat a otestovat všechny možné hybridní kombinace. Proto se jejich výkon předpovídá na základě výkonu faktoriálních jednoduchých hybridů z třetího stupně testování kombinační schopnosti nebo na základě výkonu faktoriálních trojitých hybridů mezi omezeným počtem nadějných cms jednoduchých hybridů a nejlepšími obnovujícími liniemi. Produkovány a hodnoceny pak jsou pouze hybridy s nejvyšší předpokládanou úrovní heterozního efektu (Geiger, 1982). Pro hybrida typu:

$$\text{cms AB} \times \text{Syn} / \text{C, D, ...} /$$

je rovnice pro předpověď výkonu následující:

$$Y = AC + AD + \dots + BC + BD + \dots / 2n$$

kde: C, D - jsou n rodičovské linie syntetické populace (Geiger, 1985).

Nejdůležitějšími příčinami odchylek skutečného výkonu od předpokládaného jsou interakce genotyp $\times$ prostředí a experimentální chyba. Hodnocení faktoriálních křížení opakovaných v širokém okruhu agroekologických podmínek je proto neúčinnějším způsobem zvýšení spolehlivosti této předpovědi (Geiger, 1985).

Produkce hybridní odrůdy

Nejkritičtější částí produkce hybridního osiva žita je množení cms analoga linie A. Při potřebě hybridního osiva na 150 000 ha trvá namnožení potřebného množství cms linie A čtyři roky. Během tohoto množení musí být zcela vyloučena jakákoli kontaminace cizím pylem i mechanickými příměsemi. Proto musí být cms linie množeny v oblastech, kde se nepěstuje žito a jednotlivé linie musí být navzájem izolovány dostatečně velkou vzdáleností (několik km) (Geiger, 1985).

Pro produkci osiva cms A a cms AB se oba rodiče pěstují ve střídajících se pásech, přičemž poměr mateřské a otcovské komponenty je 1-2 : 1. Užití poměr snižuje riziko kontaminace cizím pylem. Pro dobré nasazení zrna u cms linií by pásy mateřské komponenty neměly být příliš široké (2-4 m) (Geiger, 1985).

První generace obnovující syntetické populace se množí podle požadovaného genetického složení. Následující generace se pak rozmnožují volným sprášením na izolovaných pozemcích. Čím užší je genetická základna, tím více je tato populace ohrožena cizím pylem, izolace musí proto být přísnější než v případě populačních odrůd (Geiger, 1985).

Abychom vyloučili genetické změny v syntetické populaci způsobené kontaminací a přirozenou selekcí, měla by tato populace být periodicky obnovována z rodičovských komponent. Tato obnova může být spojena s převedením populace ze sterilní zpět do normální cytoplazmy, což zlepší produkci pylu a tak je možné snížit podíl otcovské komponenty při produkci hybridního osiva (Geiger, 1985).

Hybridní osivo je možné vyrábět pěstováním mateřské a otcovské komponenty ve střídajících se pruzích nebo ve směsi. V prvním případě je poměr matka : otec asi 3 : 1, přičemž pásy mateřské komponenty mohou být široké 6-9 m. Stejně nebo dokonce i lepší nasazení zrna je u směsi, kde je 95 % mateřských rostlin a 5 % otcovských (Geiger, 1985).

Pěstování ve směsi značně snižuje náklady na produkci osiva, ale také snižuje výnos hybridní odrůdy pro určitý podíl nehybridního osiva, který se nedá oddělit. Další nevýhodou tohoto způsobu je, že opylovač musí být geneticky široce založený, aby ve směsi nebyl potlačen vitálnějšími mateřskými rostlinami (Geiger, 1982).

ZÁVĚR

Objev CMS v různých materiálech žita se stal předpokladem pro uplatnění hybridního šlechtění u této plodiny, neboť tak byl poprvé podchycen biologický mechanismus kvetení, který umožňoval vytváření hybridních odrůd. Programy hybridního šlechtění žita byly započaty na šlechtitelských stanicích řady zemí (SRN, SSSR, NDR, PR), přičemž největšího úspěchu zatím dosáhl v Hohenheimu (SRN), kde byli již v roce 1984 povoleni první tři hybridní žita (Geiger, 1985). Jedná se o hybridy Forte, Aktion a Akkord, jejichž heterozní efekt byl v průměru 10 %. V průběhu let byli povolováni další hybridy (Cero-1985, Format-1986, Gepard, Primara-1987, Luchs-1988), přičemž heterozní efekt této nové generace hybridů se pohybuje od 15 do 23 %.

V současné době se v SRN pěstuje hybridní žito na ploše okolo 50 tis. ha a počítá se s dalším rozšiřováním ploch zejména v intenzívnějších pěstitelských podmínkách vzhledem k horší plasticitě hybridních odrůd oproti odrůdám-populacím. Heteroze se realizuje především prostřednictvím zvýšeného počtu zrn v klase, HTZ bývá naopak u F_1 hybridů o 2-3 g nižší než u odrůd-populací. Stéblo hybridů je kratší, ale ne vždy je spojeno s vyšší odolností k poléhání. Hybridní žito má lepší kvalitu zrna a podařilo se podstatně zlepšit i odolnost k porůstání zrna (Dotlačil, Bareš, 1988). Problémem zůstává zvýšená infekce sterilních forem námelem (*Claviceps purpurea*). Proti tomuto patogenu nejsou dosud známy žádné účinné fungicidy. Ochranou zůstává co nejlepší synchronizace kvetení sterilní formy s opylitelem a dostatečné množství pylu opylitele v době kvetení (Geiger, 1985).

Podle výsledků pokusů, organizovaných VÚRV Praha-Ruzyně na třech lokalitách v ČR, prokázal v roce 1989 nejvyšší výnos zrna hybrid Luchs (119,7 % výnosu kontrolní odrůdy Daňkovské nové). Jeho porost byl vyrovnaný, nižší než kontrolní odrůda (o -16 cm), odolnost k poléhání však byla nižší (o -2,4 bodu). Zrno je drobnější než u odrůdy Daňkovské nové (HTZ nižší o 5,9 g).

Výkony prvních hybridních odrůd potvrdily předpokládanou převahu hybridního šlechtění nad tradičním populačním šlechtěním a rozpracované materiály současně ukazují na další možné zvyšování výkonnosti, zvláště při zvýšení HITZ, a zlepšování některých znaků u žita za pomoci hybridního šlechtění. Jak uvádí Geiger (1985), je pokrok ve šlechtění této plodiny podmíněn intenzivní šlechtitelskou prací, která může vyřešit existující genetické a metodologické problémy:

1. genetická, metodická a ekonomická optimalizace různých testovacích a šlechtitelských postupů zahrnutých v rekurentním zlepšení populací a ve vývoji odrůd,
2. další vývoj a zhodnocení alternativních hybridizačních mechanismů, jako jsou gametocidy, autinkompatibilita a vyvážená jaderná samčí sterilita,
3. zpracování nebo zlepšení metod *in vitro* - techniky haploidizace, tkáňových kultur a embryokultur, indukce a využití somaklonálních variací, regenerace rostlin z jednotlivých buněk nebo protoplastů, přenos organel ap., a zapojení těchto metod do hybridního šlechtění,
4. vývoj nových přístupů k vytvoření odolnosti proti chorobám a škůdcům. Tato potřeba vyplývá z faktu, že značně užší genetická základna hybridů ve srovnání s populačními odrůdami vede k větší náchylnosti vůči specifickým rasám patogenů,
5. využití zdrojů zárodečné plazmy k rozšíření jaderné a mimojaderné genetické základny výchozích šlechtitelských populací.

Literatura

- ADAMČUK, G. K. - ZDRILKO, A. F. - DEREVIANKO, V. P.: Polučenie korotkostebeľnych form ozimoj rži s CMS. In: Citoplazmaticeskaja mužskaja sterilnost' i selekcija rastenij. Kyjev, 1979, s. 17-19.
- ADOLF, K. - WINKEL, A.: A new source of spontaneous sterility in winter rye - preliminary results. In: Proc. Eucarpia Meet. Cereal Sect. Rye Part I, Svalöv, Sweden 1985, s. 293-306.
- BECKER, H. C. - GEIGER, H. H. - MORGENSTERN, K.: Performance and phenotypic stability of different hybrid types in winter rye. Crop Sci., 22, 1982, č. 2, s. 340-344.
- DOROFJEV, V. F.: Genetika kulturnych rastenij: Zernovye kul'tury. Leningrad, Agropromizdat 1986, 264 s.
- DOTLAČIL, L. - BAREŠ, I.: Cestovní zpráva ze studijní cesty do SRN. Praha-Ruzyně, VÚRV 1988.
- GABARA, B. - KUBICKI, B. - KUBICKA, H.: Study on male sterility in rye. genet. Pol., 27, 1986, č. 1-2, s. 1-11.
- GARLICKA, W. - MADEJ, L.: Microsporogenesis and anther development in male sterile and male fertile forms of rye. Hodow. Rośl. Aklim. Nasien., 19, 1975, č. 5-6, s. 423-433.
- GEIGER, H. H.: Cytoplasmatisch-genetische Pollensterilität in Roggenformen iranischer Herkunft. Naturwissenschaften, 58, 1971, s. 98-99.
- GEIGER, H. H.: Breeding methods in diploid rye. Tagungsberichte (Dtsch.) Akad. Landwirtsch., 198, 1982, s. 305-332.
- GEIGER, H. H.: Hybrid breeding in rye. In: Proc. Eucarpia Meet. Cereal Sect. Rye, Part I, Svalöv, Sweden 1985, s. 237-266.
- GEIGER, H. H. - SCHNELL, F. W.: Cytoplasmic male sterility in rye. Crop Sci., 10, 1970, s. 590-593.
- GEIGER, H. H. - SCHNELL, F. W.: Experimental basis for breeding hybrid varieties in rye. Hodow. Rośl. Aklim. Nasien., 19, 1975, č. 5-6, s. 381-385.
- GEIGER, H. - WILDE, P.: Grundlagen der Hybridzüchtung bei Roggen. Ber. Arb.-Tag. (Gumpenstein), 1985, s. 107-124.

- CHOPRA, V. L. - JAIN, S. K. - SWAMINATHAN, M. S.: Studies on the chemical induction of pollen sterility in some crops plants. *Indian J. Gen., Pl. Breed.*, 3, 1960, s. 188-199.
- KACZMAREK, J.: Heterosis structure in rye population. *Genet. pol.*, 26, 1985, č. 2, s. 243-253.
- KLJUČKO, P. F. - BĚLOUSOV, A. A.: Puti ispol'zovanija geterozisa u ozimoj rži. *Nauč.-techn. Bjull. VSTI*, 23, 1974, s. 8-10.
- KLJUČKO, P. F. - BĚLOUSOV, A. A.: Rezul'taty genetičeskogo izučeniya CMS u ozimoj rži. *Genetika (Moskva)*, 7, 1972, s. 9-15.
- KOBYLJANSKIJ, V. D.: Javlenije mužskoj sterilnosti u rži. *Selekc. i Semenov.*, 3, 1962, s. 1.
- KOBYLJANSKIJ, V. D.: K genetike CMS u ozimoj rži. *Genetika (Moskva)*, 5, 1969, č. 9, s. 43-46.
- KOBYLJANSKIJ, V. D.: Rož - genetičskije osnovy selekcii. Moskva, Kolos 1982a, s. 272.
- KOBYLJANSKIJ, V. D.: Osnovnyje problemy selekcii ozimoj rži i perspektivy ich rešenija. *Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtsch.)*, 198, 1982b, s. 31-46.
- KOBYLYANSKIJ, V. D.: Creation of sterile analogues of winter rye, sterility in hancers and fertility restorers. *Tr. prikl. Bot., Gen. Selekc.*, 44, 1971, s. 76-85.
- KOBYLJANSKIJ, V. D. - ARTĚMOVA, G. V. - KATEROVA, A. G.: Nasledovanie priznaka CMS u rži. *Tr. prikl. Genetike, Bot. Selekc.*, 62, 1980, č. 1, s. 94-100.
- KOBYLJANSKIJ, V. D. - KATEROVA, A. G.: Mikrosporogenez u form rži s citoplazmatičeskoi i jadernoi mužskoj sterilnost'ju. *Bjull. VIR*, 31, 1973, s. 43-51.
- KOBYLJANSKIJ, V. D. - KOSOV, J. A.: Izučeniye geterozisa u mežsortovykh gibridov ozimoj rži. *Selekc. i Semenov.*, 1, 1971, s. 43-44.
- KOBYLJANSKIJ, V. D. - LAPIKOV, N. S. - KATEROVA, A. G.: Perspektivy sozdaniya gibridnoj korotkostebel'noj rži na sterilnoj osnove. CMS i selekcija rastenij. Kyjev, 1979, s. 36.
- KOBYLJANSKIJ, V. D. - LAPIKOV, N. S. - KATEROVA, A. G.: Effekt geterozisa u prostykh gibridov ozimoj rži. *Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtsch.)*, 198, 1982, s. 455-466.
- KOLASIŃSKA, I.: Heterosis of interlinear rye hybrids. *Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtsch.)*, 198, 1982, s. 341-347.
- KOLASIŃSKA, I.: Methods of breeding hybrid ryes in the GDR (Report on a tour of scientific study under the FAO-UNDP programme). *Biul. Inst. Hodow. i Aklim. Rośl.*, 154, 1984, s. 213-220.
- LAPIŃSKI, M.: Estimates of heterosis effects and combining ability of seven inbred lines of rye in diallel crosses. *Genet. rol.*, 17, 1976, č. 3, s. 293-308.
- LAPIŃSKI, M.: Cytoplasmic male sterility in interspecific rye hybrids. *Hodow. Rośl. Aklim., Nasien.*, 19, 1975, s. 415-420.
- MADEJ, L.: Research on male sterility in rye. *Hodow. Rośl. Aklim., Nasien.*, 19, 1975, s. 421-422.
- MADEJ, L.: The genetical characteristics of three sources of male sterility in rye. *Hodow. Rośl., Aklim. Nasien.*, 20, 1976, s. 157-174.
- MADEJ, L.: Performance of topcross hybrids of rye. In: *Proc. Eucarpia Meet. Cereal Sect. Rye, Part I, Svalöv, Sweden 1985*, s. 317-333.
- MARKER, R. M. - GEIGER, H. H. - WILDE, F.: Influence of Pampa cytoplasm on agronomic characters of F_2 crosses among inbred lines of winter rye. In: *Proc. Eucarpia Meet. Sect. Rye Part I, Svalöv, Sweden 1985*, s. 279-292.
- MORGENSTERN, K. - GEIGER, H. H.: General and specific combining ability in test = crosses between inbred lines of rye. *Hodow. Rośl., Aklim. Nasien.*, 19, 1975, č. 5-6, s. 386-390.

- MORGENSTERN, K. - GEIGER, H. H.: Plasmotype/genotype interaction with regard to male sterility in rye. *Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtsch.)*, 198, 1982, s. 381-388.
- NÁTROVÁ, Z.: The use of chemicals and CMS for pollen development control in rye. *Hodow. Rośl. Aklim. Nasien.*, 19, 1975, č. 5-6, s. 411-414.
- NÁTROVÁ, Z.: Vliv FW-450 na životaschopnost pylových zrn a růst rostlin ozimého žita. *Rostl. Vyr.*, 18, 1972, s. 79-89.
- NÁTROVÁ, Z.: Potential use of maleic hydrazide and Dalapon for inducing pollen sterility in rye. *Genet. a Šlecht.*, 9, 1973, č. 3, s. 163-172.
- NÁTROVÁ, Z.: Hodnocení fertility a sterility výchozích forem žita pro šlechtění hybridů a možnosti jejich ovlivnění vhodnými gametocidy. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VÚO 1974, s. 63.
- NÁTROVÁ, Z.: Výzkum kombinačních schopností a získání forem hybridního žita s heterozním efektem. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VÚO 1975.
- NÁTROVÁ, Z.: Cytoplazmatická samčí sterilita u ozimého žita. *Genet. a Šlecht.*, 13, 1977, č. 2, s. 113-122.
- RAMAGE, R. T.: Balanced tertiary trisomics for use in hybrid seed production. *Crop. Sci.*, 5, 1965, č. 5, s. 177-178.
- ROWELL, P. L. - MILLER, G. D.: Induction of male sterility in wheat with 2-chloroethylphosphonic acid (Ethrel). *Crop Sci.*, 11, 1971, s. 629-631.
- RUEBENBAUER, T.: Genetic principles of partial self-compatibility within inbred lines of rye from the breeder's point of view. *Genet. pol.*, 17, 1976, č. 3, s. 273-291.
- RUEBENBAUER, T. - PAJAK, K.: Genetic foundations of breeding hybrid varieties of rye. *Hodow. Rośl. Aklim. Nasien.*, 28, 1984, č. 5-6, s. 287-300.
- RUEBENBAUER, T. - KUBARA-SZPUNAR, L. - PAJAK, K.: Testing of a hypothesis concerning interaction of genes with mutated cytoplasm controlling male sterility of P-type in rye. *Genet. pol.*, 25, 1984, č. 1, s. 1-16.
- SCOLAS, G. J. - EVANS, L. E.: The transfer of a cytoplasmic male-sterility system to spring rye. *Cand. J. Pl. Sci.*, 59, 1979, č. 1, s. 163-169.
- SCHNELL, F. W.: Züchtung synthetischer Sorten I. Begriff und Methodik. *Vortr. Pfl.-Zücht.*, 1, 1982, s. 5-21.
- SYBENGA, J.: Cytogenetic systems and chromosomal male sterility genes in hybrid rye breeding. *Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtsch.)*, 198, 1982, s. 161-163.
- SYBENGA, J.: Critical appraisal of chromosomal balanced male sterility systems in hybrid rye breeding. In: *Proc. Eucarpia Meet. Cereal Sect. Rye, Part I*, Svalöv, Sweden 1985, s. 307-316.
- VELIKOVSKÝ, V.: Výzkum kombinačních schopností a získání forem hybridního žita s heterozním efektem. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VÚO 1971.
- VELIKOVSKÝ, V. - MACHÁŇ, F.: A study on combining ability and heterosis in winter rye. *Hodow. Rośl. Aklim. Nasien.*, 19, 1975, č. 5-6, s. 403-406.
- WOLSKI, T.: Studies on the inbreeding of rye. *Genet. pol.*, 11, 1970, s. 1-26.
- WRICKE, G.: Nutzung der Heterosis beim Roggen mit Hilfe der Inkompatibilität. *Ber. Arb.-Tag. (Gumpenstein)*, 1985a, s. 133-140.
- WRICKE, G.: Hybrid breeding in rye by means of self-incompatibility. In: *Proc. Eucarpia Meet. Cereal Sect. Rye, Part I*, Svalöv, 1985b, s. 267-278.