



Genetika a šlechtění

4

**ROČNÍK 28 (LXV)
PRAHA 1992
ISSN 0036-5378**

**AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD ČSFR
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 - CONTENT

V y v a d i l o v á M., Z e l e n k o v á S.: Responsiveness in microspore cultures of some cultivars and Czech breeding materials of rapeseed (*Brassica napus* L.) - Responsivita některých odrůd a novošlechtění *Brassica napus* L. v mikrosporových kulturách 243

U ž í k M., Ž o f a j o v á A.: Redukcia experimentálnej chyby v poľných pokusoch pri rôznom spôsobe vyhotovenia - Experimental error reduction in field trials with different methods of evaluation 253

K o š n e r J., B e l a t k o v á P.: Testování pšenice obecné na citlivost k fotoperiodě - Common wheat testing for photoperiodic sensitive 263

Č e r n ý J., Š a š e k A., M a l ý J.: Ověření metody bílkovinných markerů pekařské jakosti pšenice obecné pomocí nových genotypů zkoušených ve státních odrůdových zkouškách v roce 1991 - Verifying the method of protein markers of common wheat baking quality by help of new genotypes tested in state variety tests in 1991 271

K o č o v á M.: Fotochemická aktivita chloroplastů různých genotypů cukrovky (*Beta vulgaris* L.) - Photochemical activity of chloroplast sugar-beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes 285

J a n e č e k J., D o l e ž a l K.: Identifikace čs. odrůd jílků, kostřav a jejich hybridů pomocí SDS elektroforézy zásobních bílkovin - Identification of Czechoslovak ryegrass, fescue cultivars and their hybrids by SDS electrophoresis of storage proteins 301

P a v e l e k M.: Klasifikace genotypů lnu z hlediska průběhu fenofází vegetační periody v F₁ a F₂ generaci - Classification of flax genotypes from the point of view of the vegetation period phenophases course in F₁ and F₂ generation 307

PŘÍLOHA - SUPPLEMENT

P e š e k J.: Current topics in quantitative genetics in relation to plant breeding - Aktuální otázky kvantitativní genetiky ve šlechtění rostlin 319

C h l o u p e k O.: Šlechtění hybridních odrůd - Breeding of hybrid varieties I

RESPONSIVENESS IN MICROSPORE CULTURES OF SOME CULTIVARS AND CZECH BREEDING MATERIALS OF RAPESEED (*BRASSICA NAPUS* L.)

Miroslava VYVADILOVÁ, Sylva ZELENKOVÁ

Research Institute for Plant Production,
CS - 161 06 Praha 6 - Ruzyně, Czechoslovakia

Responsiveness in microspore cultures of seven winter and four spring cultivars, eight F₁ hybrids, eight double haploid lines and eight self-incompatible lines of *Brassica napus* were investigated under different *in vitro* conditions. Pollen embryogenesis was attained in 12 genotypes with the resulting haploid plants. Microspores of eight genotypes stopped cell division after four days. In four cultivars microspores stopped the development in proembryo stage. By six genotypes only an increase in microspore volume was observed. Two dihaploid lines of the Darmor cultivar and two F₁ hybrids are comparable in the respect of embryo yield to the highly responsive spring cultivar Topas. Both multiple shoots development and secondary embryos were observed, and the mean efficiency of plant regeneration from embryos achieved 75 %.

Brassica napus L.; haploid; dihaploid; microspore culture; pollen embryogenesis

Microspore cultures of *Brassica napus* have been studied in spring and in rare cases also in winter cultivars of *Brassica napus* (Lichter, 1982; 1989; Glan et al., 1988). Pollen embryogenesis is influenced by different factors - genotype, physiological state of donor plants, culture medium and cultivation conditions (Pechan, Keller, 1989; Aslam et al., 1990; Huang et al., 1990; Pechan et al., 1991). Direct plantlet development is generally ranging only from 5 to 30 % of embryoids among different cultivars of *B. napus*. Enhanced plant regeneration from microspore-derived embryos was obtained by chilling, partial dessication and age selection (Kott, Beversdorf, 1990; Senaratna et al., 1991) or after application of ABA (Taylor et al., 1990).

The aim of this study was to test the embryogenesis response of microspore cultures in a wide range of cultivars and breeding material with an emphasis on winter genotypes. The effect of different culture conditions on the growth of embryos and their further development in plants was also investigated.

MATERIAL and METHODS

The following representatives of *Brassica napus* L. were used for microspore cultures:

1. winter genotypes

- cvs. Jet Neuf, Jantar, Ceres, Lirabon, Solida, Sonáta, Anja
- eight F₁ hybrids from Breeding Station at Slapy
- eight double haploid lines produced from anther cultures of Darmor, F₁ 157, SL-501, SL-502
- eight self-incompatible lines from Research Institute for Plant Production, Prague-Ruzyně

2. spring genotypes

- cv. Hanna, Westar, Topas, SV 2279

Plants were grown in the glasshouse conditions without thermoregulation.

Microspore suspension was prepared by a modified method after S a t o et al. (1989). Young flower buds 2-4 mm long, containing a population of microspores from mid uninucleate to early binucleate stage, were selected from main or lateral racemes. Buds were surface sterilized in 70% ethanol for 1 min and subsequently dipped for 10 min in 10% Na-hypochlorite and washed three times with sterile redistilled water. Microspores were pressed out of the whole buds through a 200 µm mesh sieve in washing solution (13 % sucrose, 800 mg per l of L-asparagine). The resulting suspension passed through a 40 µm mesh sieve and collected in centrifuge tubes. Filtrate was centrifuged at 100 x g for 3 min at room temperature and washed three times in washing solution (5 ml per 20 buds) and then resuspended in culture medium (L i c h t e r, 1985) with 13 % sucrose, 800 mg L-glutamine, 100 mg L-serine, 0.5 mg NAA, 0.1 mg BAP, 0.3 mg IAA per litre, titrated to pH 5.8 and filter sterilized. Two milliliters of microspore suspension at a density of approximately 2×10^5 microspores per ml were plated on 60 x 15 mm Petri dishes. The microspore cultures were incubated for two days in the dark at 32 °C, then at 25 °C under approx. 2,000 lux of intensity light. Green cotyledonary embryos after three weeks of culture were transferred into solid (0.8 % agar) Lichter medium with 3 % sucrose without hormones at 25 °C, 16/8 photoperiod.

Abnormal structures lacking a well developed shoot apical meristem or root pole were explanted on solid MS medium with 3 % sucrose, 0.8 % agar, 0.5 mg BAP, 0.5 mg kinetin per litre (V y v a d i l o v á et al., 1987) to induce the formation of multiple shoots. After four weeks normal shoots were cut off and rooted on the MS hormone free medium, at 15-20 °C, 16/8 photoperiod.

Chromosome doubling was performed by the treatment of *in vitro* plants in 0,05 % colchicine for 16hours.

In order to reach pollen embryogenesis in non-responsive genotypes and to improve plant regeneration, the following variants of the method were proved:

1. microspore isolation

- cooling of washing medium on ice (5-7 °C);

2. microspore cultivation

- addition of charcoal
- continuous cultivation at 30 °C in the dark
- cultivation at 35 °C for one day, then at 25 °C in the dark
- cultivation at 32 °C for three days in the dark and then at 25 °C on a rotary shaker (40 rpm)
- an exchange of medium was performed after 24 hours in one half of the Petri dishes - 2 ml of washing solution were pipetted into a Petri dish, the content was sucked up, centrifuged for 3 min at 100 x g and the pellet resuspended in 2 ml of fresh medium;

3. plant regeneration was tested in the following procedures:

- cultivation in 50 ml Erlenmayer flasks with 4 ml Lichter medium on a gyratory shaker (80 rpm), at 25 °C continual dimmed light
- on thick filter paper in a 60 x 15 mm Petri dish previously soaked in 4 ml of Lichter medium, at 25 °C, 16/8 photoperiod
- on solid Lichter medium with 2 % sucrose and 0,05 mg BAP per litre, at 25 °C, 16/8 photoperiod
- on solid Lichter medium with 2 % sucrose and 2 mg BAP per litre, at 25 °C, 16/8 photoperiod
- on solid B5 medium with 2 % sucrose, at 25 °C, 16/8 photoperiod.

For each variant a minimum of microspores from 40 buds, i. e. eight Petri dishes, was used.

RESULTS

Microspores of the majority genotypes increased in the volume and the first cell division was observed after two to three days of cultivation. Cell division of ten genotypes stopped during the first ten days of cultivation (Table I). Small compact proembryos consisting of meristematic cells in cultivars *Solida*, *Sonáta*, *Anja*, *Topas*, three F_1 hybrids and eight dihaploid lines were formed after seven days of culture. The embryos grew to globular and heart-shaped stages after 7 to 10 days.

Fifteen days after the beginning of the culture most of the embryos got green and reached the torpedo or early cotyledonary stages. After 16 days approximately 12.7 % of embryos of DH line of cv. *Darmor* were at globular stage, 44.5 % at heart shape and 42.8 % at the torpedo stage.

No direct positive effect of washing solution cooling and addition of activated charcoal on the rate of pollen embryogenesis were found.



1. Multilobe cotyledones embryo (scanning electron microscope photograph - M. Jokeš)



2. Secondary embryogenesis on regenerant hypocotyl surface

I. Rape-seed genotypes response in microspore cultures

	Genotype	Microspore enlargement	Microspore division	Proembryos development	Embryos development	Plant regeneration
Winter cv.	Ceres	x	-	-	-	-
	Jantar	-	-	-	-	-
	Jet Neuf	x	-	-	-	-
	Lirabon	-	-	-	-	-
	Solida	x	x	x	x	x
	Sonáta	x	x	x	x	-
	Anja	x	x	x	x	x
Winter hybrids	F 35	x	x	-	-	-
	F 42	x	x	x	xx	x
	F 56	-	-	-	-	-
	F 118	x	x	x	xx	x
	F 136	-	-	-	-	-
	F 141	x	-	-	-	-
	F 175	-	-	-	-	-
	F 179	x	x	x	x	x
Winter DH lines	D 10	x	x	x	xx	x
	D 30	x	x	x	x	x
	D 36	x	x	x	xx	x
	D 71	-	-	-	-	-
	D 76	x	-	-	-	-
	DH F 157	x	x	x	x	x
	DH SL-501	x	x	x	-	-
	DH SL-502	x	x	x	x	x
Winter AI-lines	A 10	x	x	x	x	x
	D 20	x	x	x	-	-
	B 7	x	-	-	-	-
	C 12	-	-	-	-	-
	D 15	x	x	x	-	-
	A 5	x	x	x	-	-
	C 14	x	x	-	-	-
	B 8	x	-	-	-	-
Spring cv.	Hanna	-	-	-	-	-
	Westar	-	-	-	-	-
	SV 2279	-	-	-	-	-
	Topas	x	x	x	xx	x

F₁ hybrids = strains of a breeding program

D, DH-lines = double haploid lines derived from anther culture

AI-lines = autoincompatible lines

x = positive reaction (minimum 10% of microspores)

xx = high embryogenic capacity (more than 50 embryos per dish)

The exchange of medium and aeration did not help to start embryogenesis in non-responsive genotypes.

The embryos developed in the dark at 32 °C for three days, and then at 25 °C in dimmed light or under constant conditions in the dark at 30 °C. Under the other conditions tested no embryo formation was observed.

The highest rate of relatively normally developed plants of all genotypes was observed on solid B₅ (G a m b o r g et al., 1968) and on MS medium. Embryos in the liquid Lichter medium on shaker and on filter paper grew quickly, though with strong deformations. Frequent appearance of multilobe embryos was found (Fig. 1). The most suitable for subcultivation were embryos in early cotyledonary stage. After two weeks' cultivation of cotyledonary embryos on the Lichter medium with 2 % sucrose without phytohormones or with 0.05 mg per litre BAP and after further subculture on hormone-free MS medium secondary embryogenesis appeared (Fig. 2). On the contrary, after cultivation on the Lichter medium with 2% sucrose and 2 mg BAP per litre and then subculture on hormone-free MS medium multiple shoots developed on the hypocotyl basis (Fig. 3).



3. Multiple shoot development on the hypocotyl basis

Although most embryos from all cultivars were malformed, it was possible (after several subcultures) to obtain normal plants. Percentage of plant regeneration from embryos reached in the mean about 75 %.

88 % of regenerants were haploid, 12 % diploid or aneuploid. After colchicine treatment of the whole *in vitro* plants 69 % plants were dihaploid.

DISCUSSION

Comparison of responsibility of a wide range of winter and spring genotypes showed that two dihaploid lines of cultivar Darmor and two F_1 hybrids are comparable in respect to the embryo yield to the spring cultivar Topas which has a very good embryogenic response.

Screening of different spring and winter rape genotypes confirmed a pronounced genetic predetermination of embryogenic ability. For most genotypes, the first five days of cultivation were the critical when the further development of cell aggregates was blocked.

The interruption of cell division after four days could have been caused either by accumulation of toxic substances in the medium or by anaerobic culture conditions (Lichter, 1985; Kott et al., 1988). In our experiments no positive effects of medium exchange and aeration during cultivation were observed.

Experiments of many authors (Swanson et al., 1987; Gland et al., 1988; Lichter, 1989) led to the conclusion that different genotypes required specific culture conditions. Therefore, to increase the efficiency of other genotype cultures, further factors affecting pollen embryogenesis (growth conditions of the donor plants, microspore culture density, addition of activated charcoal to culture medium...) and the methods for improving rate of direct plant development from embryos should be examined.

Efficiency of embryogenesis was estimated to be 0.4 % for dihaploid lines of cv. Darmor. Embryo yield was about 130 embryos per anther, it is 1,000 - fold greater than in anther cultures of the same donor genotype (Vyvátlová et al., 1987).

The development of secondary embryos from epidermal cells of malformed hypocotyl or cotyledons after subcultivation to a medium without plant growth inducing substances corresponded to the data of Shu and Loh (1987). It would be possible to use the secondary embryogenesis for production of higher number of embryos in winter cultivars with low embryogenic responsibility.

Initiation of somatic embryos from superficial cells of lower hypocotyl of immature zygotic embryos was observed by Maheswaran and Williams (1986) in *Brassica campestris* and by Crouch (1982) in

B. napus. It could be assumed, that in the case of microspore - derived embryos an analogous phenomenon is present.

From the practical aspect of breeding use of microspore culture in rapeseed the finding of responsive winter cultivars is of particular importance because of their economic value.

Acknowledgements

The authors would like to thank Dr. Opatrný for his cytological investigation of microspore development and embryogenic cell division. We also thank to Dr. Opatrná and Dr. Skládál for critical reading of the manuscript.

References

- ASLAM, F. N. - MACDONALD, M. V. - LOUDON, P. T. - INGRAM, D. S.: Rapid-cycling *Brassica* species: inbreeding and selection of *Brassica napus* for anther culture ability and an assessment of its potential for microspore culture. *Ann. Bot.*, 66, 1990 : 331-339.
- CROUCH, M. L.: Non-zygotic embryo of *Brassica napus* L. contain embryo-specific storage proteins. *Planta*, 156, 1982 : 520-524.
- GLAND, A. - LICHTER, R. - SCHWEIGER, H. G.: Genetic and exogenous factors affecting embryogenesis in isolated microspores cultures of *Brassica napus* L. *J. Pl. Physiol.*, 132, 1988 : 612-617.
- HUANG, B. - BIRD, S. - KEMBLE, R. - SIMMONDS, D. - KELLER, W. - MIKI, B.: Effects of culture density, conditioned medium and feeder cultures on microspore embryogenesis in *Brassica napus* L. cv. Topas. *Pl. Cell Rep.*, 8, 1990 : 594-597.
- KOTT, L. S. - POLSONI, L. - BEVERSDORF, W. D.: Cytological aspects of isolated microspore culture of *Brassica napus*. *Can. J. Bot.*, 66, 1988 : 658-664.
- KOTT, L. S. - BEVERSDORF, W. D.: Enhanced plant regeneration from microspore - derived embryos of *Brassica napus* by chilling, partial desiccation and age selection. *Pl. Cell, Tissue Organ Cult.*, 23, 1990 : 187-192.
- LICHTER, R.: Induction of haploid plants from isolated pollen of *Brassica napus*. - *Z. Pfl. Physiol.*, 105, 1982 : 427-434.
- LICHTER, R.: From microspores to rape plants: A tentative way to low glucosinolate strains. In: SORENSEN, H. (Ed.): *World crops: Production, utilization, Descr.*, Lancaster Dr. W. Junk Publi. 1985 : 268-277.
- LICHTER, R.: Efficient yield of embryoids by culture of isolated microspores of different Brassicaceae species. *Plant Breed.* 103 : 1989 119-123.
- MAHESWARAN, G. - WILLIAMS, E. G.: Primary and secondary direct somatic embryogenesis from immature zygotic embryos of *Brassica campestris*. - *J. Pl. Physiol.*, 124, 1986 : 455-463.
- PECHAN, P. M. - KELLER, W. A.: Induction of microspore embryogenesis in *Brassica napus* L. by gamma irradiation and ethanol stress. *In vitro Cell. Develop. Biol.*, 25, 1989 : 1073-1078.
- PECHAN, P. M. - BARTELS, D. - BROWN, D. C. W. - SCHELL, J.: Messenger - RNA and protein changes associated with induction of *Brassica* microspore embryogenesis. *Planta*, 184, 1991 : 161.

- SENARATTNA, T. - KOTT, L. - BEVERSDORF, L. - McKENSIE, B. D.: Desiccation of microspore derived embryos of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Pl. Cell Rep., 10, 1991 : 342-344.
- SHU, W. - LOH, C. S.: Secondary embryogenesis in long-term cultures of winter oilseed rape, *Brassica napus* ssp. *oleifera*. New Phytol., 107, 1987 : 39-46.
- SWANSON, E. B. - COUMANS, M. P. - WU, S. CH. - BARSBY, T. L. - BEVERSDORF, W. D.: Efficient isolation of microspores and the production of microspore-derived embryos from *Brassica napus*. Pl. Cell Rep., 6, 1987 : 94-97.
- TAYLOR, D. C. - WEBER, N. - UNDERHILL, E. W. - POMEROY, M. K. - KELLER, W. A. - SCOWCROFT, W. R. - WILEN, R. W. - MOLONEY, M. M. - HALBROOK, L. A.: Storage - protein regulation and lipid accumulation in microspore embryos of *Brassica napus* L. Planta, 181, 1990 : 18-26.
- VYVADILOVÁ, M. - ZELENKOVÁ, S. - TOMÁŠKOVÁ, D.: Anther cultures of *Brassica napus* L.. Sci. Agric. bohemoslov., 19, 1987 : 267-273.

Received for publication October 6, 1992

M. Vyvadilová, S. Zelenková (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně)

Responsivita některých odrůd a novošlechtění *Brassica napus* L. v mikrosporových kulturách

Mikrosporové kultury se staly efektivním zdrojem haploidů především u jarních odrůd *Brassica napus* L. (Lichter, 1982; Pechan, Keller, 1989 a další). Některé genotypy však pro indukci pylové embryogeneze vyžadují specifické podmínky (Swanson et al., 1987; Glan et al., 1988; Lichter, 1989) a je proto nutné provádět modifikace základní metody. Cílem práce bylo otestovat frekvenci pylové embryogeneze v mikrosporových kulturách širšího spektra odrůd a šlechtitelských materiálů se zvláštním důrazem na ozimé genotypy. Sledovali jsme též faktory ovlivňující další vývoj embryí v celistvé rostlině.

Postup mikrosporových kultur vychází z protokolu Sato et al. (1989). Východzí rostliny jedenácti odrůd, osmi dihaploidních linií (DH), osmi F₁ hybridů a osmi autointokompatibilních linií (tab. I) byly pěstovány ve skleníkových podmínkách bez regulace teploty a osvětlení. U většiny sledovaných genotypů došlo ke zvětšení mikrospor v průběhu prvních 24 hodin inkubace a první dělení byla pozorována po dvou až třech dnech. U deseti genotypů se buněčné dělení zastavilo do deseti dnů kultivace (tab. I). U odrůd Solida, Sonáta, Anja, Topas, u F₁ hybridů a u osmi DH linií se po sedmi dnech vytvářela malá kompaktní proembrya obsahující meristematické buňky. Po 15 dnech většina embryí dosáhla torpédovitého až časně kotyledonárního stadia. Embrya se vyvíjela buď po třídní inkubaci ve tmě při 32 °C a následné kultivaci ve 25 °C a za osvětlení s nízkou intenzitou, nebo při konstantních podmínkách ve tmě při 30 °C. Za dalších testovaných podmínek nebyla tvorba embryí pozorována. Velmi častý byl výskyt embryí s vícelaločnatými děložními lístky (obr. I). Nejistili jsme přímý účinek chla-

zeného promývacího roztoku, ani aktivního uhlí v médiu na indukci pylové embryogeneze u neresponsibilních genotypů. Nebyl také pozorován pozitivní vliv výměny média v průběhu kultivace. U všech genotypů byl největší podíl dobře vyvinutých rostlin dosažen na agarovém médiu B5 a MS médiu bez fytohormonů (MS-0). Pro subkultivaci byla nejvhodnější embrya v časném kotyledonárním stadiu. Po dvou týdnech kultivace na Lichterově médiu (L i c h t e r, 1982) s 2% sacharózou bez fytohormonů nebo s 0,05 mg BAP na 1 l a po další subkultivaci na médium MS-0 byl pozorován vývoj sekundárních embryí z epidermálních buněk malformovaných hypokotylů (obr. 2). Při kultivaci embryí na Lichterově médiu s 2 mg BAP na 1 l a po subkultivaci na MS-0 médium se na bázi hypokotylů vyvíjely vícenásobné prýty (obr. 3). V průměru všech genotypů asi 75 % embryí regenerovalo v rostliny, z nichž bylo 88 % haploidních, 12 % diploidních a aneuploidních. Účinnost diploidizace rostlin *in vitro* kolchicinem byla až 69 %. Srovnání responzivity širšího spektra ozimých a jarních genotypů ukázalo, že dvě dihaploidní linie odrůdy Darmor získané prašníkovými kulturami a dva F₁ hybridy jsou srovnatelné z hlediska výnosu embryí s embryogenní jarní odrůdou Topas. Účinnost embryogeneze byla u DH linie odrůdy Darmor odhadnuta na 0,4 %, což je 1000krát více než v prašnickových kulturách téhož genotypu. Screening různých genotypů potvrdil genetickou predeterminaci embryogenní schopnosti.

Brassica napus L.; haploid; mikrosporové kultury; pylová embryogeneze

REDUKCIA EXPERIMENTÁLNEJ CHYBY V POĽNÝCH POKUSOCH PRI RÔZNOM SPÔSOBE VYHODNOTENIA

Martin UŽÍK, Alžbeta ŽOFAJOVÁ

Výskumný ústav rastlinnej výroby, 921 68 Piešťany

Z 30 pokusov (šesť miest x päť rokov) vybrali sme 12 základných pokusov (ZP) tak, že z každého miesta sme vybrali jeden pokus s maximálnou chybou $MS_e(a)$ a s minimálnou chybou $MS_e(b)$. Z každého ZP sme zostavili ďalšie odvodené pokusy (OP) kombináciou dvoch a troch opakovaní zo štyroch, z ktorých sme vybrali opäť jeden s maximálnou chybou a jeden s minimálnou chybou. Pokusy (12 ZP + 48 OP) sme vyhodnotili tiež metódou Anoft. Ako ukazovateľ účinnosti metódy (K_e) sme zvolili pomer MS_e z ANOVA k MS_e Anoft. Variancia trendu vyššia ako MS_e sa medzi ZP nevyskytla, naopak až 75 % ZP malo varianciu trendu štyrikrát nižšiu než MS_e . K_e bol vyšší ako 2 v deviatich pokusoch, t. j. 15 % a nižší ako 1 v pätnástich pokusoch, t. j. 25 % a medzi 1 - 2 bol K_e v 36 pokusoch, t. j. 60 %. Vysoký K_e sa dosiahol tiež analýzou kovariancie s najbližším susedom (jedna parcela). Výber odrôd (5) s najvyššou hodnotou podľa aritmetického priemeru ($\bar{x}$) a podľa adjustovaného ($\bar{x}_{Anoft}$) z dvanástich (ZP) v ôsmich bolo päť spoločných odrôd, v dvoch štyri odrody a v ďalších dvoch tri a dve spoločné odrody. Metóda NNA vážená, prípadne nevážená znižovala MS_e , avšak korekcia priemerov nemala vplyv na výber najvýkonnejších odrôd, prípadne selekčný zisk.

experimentálna chyba; metóda najbližších susedov; jačmeň jarný

Experimentálne chyby poľných pokusov skresľujú objektívne hodnotenie výkonnosti genotypov, prípadne skúšaných efektov. Vzhľadom na to, že pôdna úrodnosť nie je náhodne rozdelená, ale sú určité trendy, klasická analýza variancie (AV) pri náhodnom usporiadaní nadhodnocuje experimentálnu chybu (Binnis, 1987; Mak et al., 1978). Boli navrhnuté metódy využívajúce kovarianciu s najbližšími susedmi (NNA) (Wilkinson et al., 1983; Kempton, 1985 a inf), ktoré redukujú experimentálne chyby (Diers et al., 1991; Fernandez, 1990). Schwarzbach (1985a) porovnával účinnosť obyčajnej NNA a váženej NNA, ktorá mala väčšiu účinnosť, a preto bola zabudovaná do komerčného balíka programov Anoft.

Pretože metódy NNA sú využiteľné i pri založení pokusov metódou randomizovaných blokov retrospektívne sme overili ich účinnosť (Anoft a nevážená NNA) na redukcii experimentálnej chyby v porovnaní s klasickou AV a pri rôznom počte opakovaní v súboroch novošľachtencov jačmeňa jarného.

MATERIÁL A METÓDA

Ako experimentálny materiál sme využili výsledky úrody z pokusov s jačmeňom jarným (MSP1), ktoré boli založené na šiestich miestach Slovenska - Malý Šariš (MS), Piešťany (PY), Radošina (RA), Sládkovičovo (SK), Trebišov (TR) a Pstruša (PS), v štyroch opakovaníach v randomizovaných blokoch (veľkosť parcelky 15 m²). Z celkového súboru 30 pokusov [šesť miest, päť rokov (1987 až 1991)] sme vybrali z každého miesta dva základné pokusy (ZP), jeden s minimálnou experimentálnou chybou (MS_e podľa klasickej AV, ďalej MS_e), (pokusy MS 89, PY 91, RA 91, SK 90, TR 89, PS 88), druhý s maximálnou MS_e (pokusy MS 87, PY 87, RA 89, SK 89, TR 87, PS 89).

Predpokladali sme, že relatívna účinnosť metódy bude vyššia pri menšom počte opakovaní, čo sme zistili pri pokusoch s pšenicou ozimnou (Užík, Žofajová, 1992). Preto sme vypočítali dvojité AV pre šesť odvodených pokusov (OP) získaných kombináciou dvoch opakovaní (1, 2 .. 3, 4) a pre štyri odvodené pokusy, ktoré sme zostavili kombináciou troch opakovaní (1, 2, 3, .. 2, 3, 4), t. j. spolu 11 pokusov (včítane základného) na jedno miesto, z ktorých sme vybrali jeden s maximálnou MS_e (a) a jeden s minimálnou MS_e (b) a vyhodnotili tiež metódou Anoft.

Celkovú varianciu (VT) podľa Anoft môžeme členiť (Schwarzbach, 1985a):

$$VT = VG + VTR_{\text{medzi}} + VTR_{\text{vnútri}} + VE$$

kde: TR_{medzi} = trendy medzi blokmi

$TR_{\text{vnútri}}$ = trendy vnútri blokov

G = genotyp

E = chyba

Relatívnu účinnosť metódy Anoft sme vyjadrili koeficientom K_e :

$$K_e = \frac{MS_e}{MS_{e\text{Anoft}}}$$

Ak hodnoty koeficientov sú väčšie 1, je metóda Anoft účinnejšia ako klasickej AV. Zo súboru experimentov sme vybrali jeden s najnižšou hodnotou K_e a jeden s najvyššou hodnotou K_e , ktoré sme analyzovali metódou NNA - analýzou kovariancie s najbližšími susedmi.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z celkového počtu 12 základných pokusov len 25 % malo varianciu celkového trendu vyššiu ako MS_e , zatiaľ čo pri 50 % pokusov nedosiahla ani 50 % MS_e . Odvodené pokusy mali varianciu celkového trendu takmer tú istú, prípadne pri niektorých kombináciách opakovaní sa variancia trendu znížila

(tab. I). Podľa pomeru variancie trendu medzi blokmi ku MS_e sme zistili podobné rozdelenie pokusov, čo naznačovalo, že variancia celkového trendu mala vysoký podiel variancie medzi blokmi. Podľa MS opakovaní je možné usúdiť na varianciu trendu medzi blokmi, pretože sme zistili medzi nimi silný vzťah ($r = 0,976$).

Nerovnomerné rozdelenie pôdnej úrodnosti sa prejavuje vo variancii trendu vnútri bloku, ktorá je rozhodujúca pri nadhodnocovaní experimentálnej chyby. V základných pokusoch nebola ani raz vyššia ako MS_e a až 75 % pokusov malo varianciu trendov vnútri bloku štyrikrát menšiu ako MS_e (tab. I). Tieto zistenia nezodpovedajú výsledkom, ktoré uviedol Schwa r z b a c h (1985b), že pokusy bez významných trendov sú veľmi zriedkavé. Pri analýze 24 pokusov s rôznymi plodinami, vybranými z rozličných inštitúcií v Európe, zistil, že priemerná variancia trendu bola približne dvakrát taká veľká, ako variancia chyby, zatiaľ čo medzi našimi pokusmi (základné 12 a odvodené 48), ktoré boli umiestnené po celom Slovensku, len ojedinele sa vyskytli také, kde variancia trendu prevyšovala MS_e , a to tri až štyrikrát. Variancia trendu vnútri bloku je vo vzťahu s MS_e ($r = 0,360$), čo naznačilo, že pri analyzovaných pokusoch môžeme očakávať zníženie experimentálnej chyby podľa programu Anoft.

Predpoklad, že by metódou Anoft sa znižovala MS_e v závislosti od veľkosti chyby, sa nám nepotvrdil (tab. II). Koeficient účinnosti pre chybu (K_e) bol pri základných pokusoch s veľkou chybou 1,07 a pri základných s malou chybou 1,21, čo potvrdil aj záporný korelačný koeficient medzi varianciou trendu vnútri bloku a K_e ($r = -0,458$). Najvyšší K_e pre chybu bol v pokuse SK 89 (4,8), ktorý mal jednu z najvyšších MS_e . Naopak vyskytli sa pokusy, kedy chyba MS_e Anoft bola väčšia ako MS_e a $K_e < 1$ (PS 89, TR 87).

V predchádzajúcej práci (U ž í k , Ž o f a j o v á , 1992) sme zistili, že efektívnosť metódy NNA sa zvyšovala so znižovaním počtu opakovaní. Z tab. II vyplýva, že tento predpoklad sa čiastočne potvrdil, keď koeficient účinnosti v odvodených pokusoch bol spravidla vyšší než pri základných pokusoch najmä v pokusoch s vyššou experimentálnou chybou.

Z 12 základných pokusov len v ôsmich sme vybrali päť prvých odrôd s najvyššou hodnotou spoločných podľa aritmetického priemeru a podľa Anoft, avšak v dvoch pokusoch len štyri odrody a v ďalších dvoch tri a dve odrody boli spoločné podľa oboch spôsobov hodnotenia (tab. III). Ak považujeme výberpiatic odrôd zo štyroch opakovaní podľa aritmetického priemeru za „pravý“, tak pravdepodobnosť ich výberu v odvodených pokusoch (pri troch alebo dvoch opakovaní) bola vyššia podľa aritmetického priemeru, a to 0,816 pri troch opakovaní a 0,716 pri dvoch opakovaní. Zatiaľ čo podľa adjustovaného priemeru podľa Anoft v tom istom poradí 0,791 a 0,650.

I. Počet pokusov v jednotlivých skupinách podľa pomeru variance trendu ku experimentálnej chybe - number of trials in different groups according to the ratio of variance of the trend towards experimental error

Pomer variance trendu ¹ /MS _e	Trendy spolu ²					Trendy medzi blokmi ³					Trendy vnútri blokov ⁴				
	základný pokus ⁵	odvožené pokusy ⁶				základný pokus	odvožené pokusy				základný pokus	odvožené pokusy			
		3a	3b	2a	2b		3a	3b	2a	2b		3a	3b	2a	2b
0 - 0,25	4	6	3	5	6	6	6	6	10	7	9	9	7	6	9
0,26 - 0,50	2	1	3	4	1	1	3	1	1	0	1	1	2	3	1
0,51 - 0,75	2	0	2	1	1	3	2	1	0	1	1	1	2	2	2
0,76 - 1,00	1	3	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
1	3	2	3	1	4	2	1	3	0	4	0	0	0	1	0
Spolu pokusov ⁷	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

II. Koeficienty účinnosti metódy Anoft ($K_e = MS_e : MS_e(\text{Anoft})$) v základných pokusoch (ZP) a odvodených pokusoch (OP) - coefficients of the effectiveness of the Anoft method ($K_e = MS_e : MS_e(\text{Anoft})$ in basic trials (ZP) and derived trials (OP))

Pokusy (počet opakovaní) ¹	Pokusy s maximálnou ² MS _e							Pokusy s minimálnou ³ MS _e						
	MS 87	PY 87	RA 89	SK 89	TR 87	PS 89	$\bar{x}$	MS 89	PY 91	RA 91	SK 90	TR 89	PS 88	$\bar{x}$
ZP (4)	0,94	1,30	1,00	4,80	0,77	0,78	1,07	1,09	1,27	1,11	2,24	0,86	1,34	1,21
OP (3a)	1,94	1,65	0,95	8,10	0,94	1,08	1,40	1,17	1,06	1,07	1,57	7,35	1,40	1,42
OP (3b)	0,78	0,79	1,40	2,80	1,02	1,15	1,10	2,71	1,27	0,39	1,20	0,78	1,18	0,90
OP (2a)	1,31	2,53	1,16	10,40	0,93	1,17	1,48	1,35	1,16	0,87	3,30	1,27	1,29	1,30
OP (2b)	0,86	1,70	1,46	1,76	1,37	1,49	1,36	1,85	1,62	1,26	1,06	0,77	0,49	0,96
$\bar{x}$	1,05	1,38	1,16	3,70	0,97	1,09	1,26	1,46	1,25	0,79	1,58	1,07	0,98	1,12

Platí pro tab. I a II - Holds for Tables I and II:

Základný pokus (ZP) = štyri opakovania. Z každého (ZP) sme zostavili kombináciou dvoch a troch opakovaní zo štyroch odvodené pokusy (OP), z ktorých uvádzame len kombináciu s maximálnou MS_e(a) a minimálnou MS_e(b) - Base trial - four replications, by combination of two and three replications out of four we established derived trials, we give here the combination with maximum MS_e(a) and minimum MS_e(b)

Explanation to Tables I and II:

Table I: ¹ratio of trend variance (MS_e); ²trends in total; ³trend among blocks; ⁴trends inside blocks; ⁵base trial; ⁶derived trial; ⁷total trials

Table II: ¹trials (number of replications); ²trials with maximum MS_e

III. Frekvencia spoločných odrôd v skupine piatich odrôd vybraných podľa aritmetického priemeru ($\bar{x}$) a podľa adjustovaného priemeru metódou Anoft ($\bar{x}_A$) pri rôznom počte opakovaní - Frequency of common varieties in the group of five varieties selected according to arithmetic mean ($\bar{x}$) and according to adjusted mean by the Anoft method ($\bar{x}_A$) with various number of replications

Počet spoločných odrôd ¹	Označenie porovnávaných metód výberu (v indexe počet opakovaní) ²				
	X4/X4 _A	X4/X3	X4/X2	X4/X3 _A	X4/X2 _A
5	8	7	3	9	2
4	2	12	10	8	9
3	1	5	9	4	9
2	1	0	2	3	1
1	0	0	0	0	3
0	0	0	0	0	0
n^x	12	24	24	24	24
p^{xx}	0,883	0,816	0,716	0,791	0,650

n^x - počet základných pokusov (ZP = 12, opakovania = 4). Z každého (ZP) sme zostavili kombináciou dvoch a troch opakovaní odvodené pokusy (OP), z ktorých sme vybrali len dva s minimálnou a maximálnou MS_e - number of basic trials (ZP = 12, replications = 4). We established by the combination of two and three replications out of each base trial (ZP) derived trials (OP), we chosen from them only two with maximum and minimum MS_e .

p^{xx} - podiel počtu pokusov, v ktorých sa vyskytli spoločné odrody, k maximálnemu počtu (5 x 12 = 60, alebo 5 x 24 = 120) - portion of number of trials in which common varieties to maximum number appeared (5 x 12 = 60 or 5 x 24 = 120)

¹number of common varieties; ²marking of compared methods of selection (in index - number of replications)

Rozdiel vo výbere odrôd bol v pokusoch, v ktorých bola vysoká experimentálna chyba (SK 89, TR 87), ale aj pri malých chybách (RA 91) - tab. IV.

V odvodených pokusoch bola variácia trendov medzi i vnútri blokov kolísavá, ale v každom pokuse sa vyskytli kombinácie opakovaní s podstatne vyššou variáciou trendu. Z hľadiska ekonomickej efektívnosti je záujem hodnotiť genotypy pri nižšom počte opakovaní, najmä ak je možnosť variáciu

a priemerné hodnoty korigovať metódou NNA a tiež preto, že interakcia GE viac obmedzuje selekčný zisk, než chyba vnútri miest (R o s i e l l e , 1980).

Podiel variancie trendu vnútri blokov bol vysoký v pokuse PY 87 a len dve odrody z piatich boli vybrané ako spoločné oboma metódami hodnotenia (tab. IV). Aritmetický priemer piatich odrôd s najvyššou úrodou bol 8,16 t/ha a podľa adjustovaných hodnôt (postupom Anoft) bol aritmetický priemer 7,96 t/ha, rozdiel bol 2,53 %, ktorý by sotva ovplyvnil výšku genetického zisku zo selekcie.

IV. Charakteristika pokusov s extrémnymi varianciami trendu a varianciou experimentálnej chyby -
Characteristic of trials with extreme trend variances and experimental error variance

Ukazovateľ ¹	PY 87	RA 91		SK 89		TR 87
		ZP=4	OP 3b	ZP=4	OP 2a	
Variancia trendu medzi blokmi ²	0,08	0,33	0,45	0,77	0,43	0
Variancia trendu vnútri blokov ³	0,09	0,01	0,01	0,35	0,65	0
VE (Anoft)*	0,14	0,10	0,20	0,05	0,03	0,480
MS _e (Anova)	0,235	0,114	0,095	0,384	0,53	0,373
MS _e (NNA) - kovariancia	-	-	0,083	0,122	-	0,370
Počet spoločných odrôd pri výbere piatich ⁴	2	5	5	3	1	-
$\bar{x}$ - aritmetický priemer ⁵ [t.ha ⁻¹]	8,16	6,93	6,99	6,12	6,21	-
$\bar{x}_A$ - adjustovaný priemer ⁶ [t.ha ⁻¹]	8,01	6,91	7,00	6,21	5,61	-
$\bar{x}$ - aritmetický priemer odrôd vybraných podľa Anoft ⁷ [t.ha ⁻¹]	7,96	6,93	6,99	6,22	5,37	-

* rezíduum (chyba + interakcia) - residuum (error + interaction)

¹indicator; ²trend variance among; ³trend variance inside blocks MS_e (NNA) - covariance; ⁴number of common varieties in selection of five; ⁵arithmetic mean; ⁶adjusted mean; ⁷arithmetic mean of varieties selected after Anoft

V pokuse RA 91, hoci bola vysoká variancia trendu medzi blokmi v základnom i odvodenom pokuse, variancia chyby MS_e bola rovnaká, prípadne klasická AV ju nemala vyššiu, ani podľa Anoft a preto vybrané odrody sa zhodovali a rozdiel medzi ich aritmetickým priemerom a adjustovaným bol zanedbateľný (tab. IV.)

V pokuse SK 89 bola vysoká variancia trendu vnútri a medzi blokmi, chyba pri klasickej AV bola vysoká, metóda Anoft ju redukovala až na 5 % pôvodnej hodnoty. V odvodenom pokuse pri dvoch opakovaníach bola len jedna odroda spoločná pri výbere uvedenými metódami a rozdiel medzi priemerom vybraných odrôd podľa aritmetického priemeru (6,21 t/ha) a Anoft (5,61 t/ha) bol viac ako 15,6 % (tab. IV).

S c h w a r z b a c h (1984, 1985a) uvádza, že vážená metóda NNA zabudovaná v Anoft je účinnejšia ako nevážená, čo nezodpovedá našim údajom,

pretože nevážená NNA v našich pokusoch experimentálnu chybu nezvýšila, zatiaľ čo metóda Anoft, napr. v pokuse RA 91 3 b a TR 87 (základný) ju zvýšila (tab. IV). V pokuse SK 89, v ktorom analýzovou metódou Anoft sa znížila chyba z 0,384 na 0,05, jednoduchou kovarianciou na prvú susednú parcelu sme dosiahli zníženie na 0,122.

V. Počet spoločných odrôd pri výbere prvých piatich odrôd z dvoch opakovaní na jednom mieste podľa aritmetického priemeru ($\bar{x}$) a podľa adjustovaného priemeru (Anoft $\bar{x}_A$) (SK 89, 2a) s výberom z pokusov zo štyroch opakovaní na ďalších piatich miestach ($\bar{x}_5$) - Number of common varieties in selection of the first five varieties out of two replications at one site according to arithmetic mean ($\bar{x}$) and according to adjusted mean (Anoft $\bar{x}_A$) (SK 89, 2a) with selection from trials out of four replications at five another sites (x_5)

Výber podľa ¹ $\bar{x}$		Výber podľa adjustovaného ² $\bar{x}$ (Anoft)	
Číslo vybranej odrody podľa ³ $\bar{x}$	počet pokusov s výskytom odrody podľa ⁴ ($\bar{x}_5$)	Číslo vybranej odrody ⁵ $\bar{x}_A$	počet pokusov s výskytom odrody podľa ⁶ ($\bar{x}_5$)
13	2	16	0
11	3	18	0
14	4	11	3
19	3	12	1
2	1	3	2
Spolu ⁶	13		6
P^*	0,52		0,24

* P priemerná pravdepodobnosť výskytu vybraných odrôd na iných miestach - mean probability of occurrence of selected varieties at other sites

¹selection according to $\bar{x}$; ²selection according to adjusted $\bar{x}$ (Anoft); ³number of selected variety according to $\bar{x}$; ⁴number of trials with occurrence of variety according to $\bar{x}_5$; ⁵number of selected variety $\bar{x}_A$; ⁶number of trials with occurrence of variety according to $\bar{x}_5$; ⁷total p^*

Zostáva otázkou, ktorá metóda hodnotenia poskytla objektívnejší výber. Porovnali sme niekoľkokrát odrody vybrané podľa aritmetického priemeru a adjustovaného podľa Anoft z dvoch opakovaní v pokuse SK 89 boli vybrané na ďalších piatich miestach zo základných pokusov (päť miest x štyri opakovania), pričom výber z 20 opakovaní sme považovali za „pravý“. Pri úplnej zhode metód výberu každá odroda mohla byť vybraná 5 x 5 miest = 25 krát. Zistili sme, že z piatich odrôd vybraných podľa aritmetického priemeru dvoch opakovaní bola jedna odroda vybraná na ďalších štyroch miestach z piatich, dve odrody na troch miestach, jedna na dvoch miestach a jedna na jednom mieste, zatiaľ čo z piatich odrôd vybraných podľa Anoft boli vybrané len tri odrody, a to jedna odroda na troch miestach, jedna na dvoch a jedna na jednom mieste. Bez toho, aby sme analyzovali podstatu adjustácie priemerných hodnôt, fakty

naznačujú, že adjustácia nevystihuje reálnu výkonnosť odrôd a pravdepodobne skôr koriguje pôdnu nevyrovnanosť, keď redukovala chybu až na 5 % pôvodnej chyby. Z uvedeného vyplýva v zhode s literárnymi údajmi (Diers et al., 1991), že metóda NNA a na nej založená metóda Anoft účinne znižuje MS_e , prípadne DT, avšak adjustácia priemerných hodnôt jednotlivých odrôd najmä s najvyššou výberovou hodnotou bola bezvýznamná bez vplyvu na odhadnutý selekčný pokrok, ako to zistili aj ďalší autori (Diers et al., 1991; Fernandez, 1990).

Výraznejšia adjustácia priemerných hodnôt sa prejavila z 12 základných pokusov a zo 48 odvodených pokusov, len v jednom prípade, kedy z piatich odrôd vybraných oboma metódami len jedna bola spoločná, avšak adjustácia nezodpovedala reálnej výkonnosti odrôd zistenej na ďalších piatich miestach.

L i t e r a t ú r a

- BESAG, J. - KEMPTON, R.: Statistical analysis of field experiments using neighbouring plots. *Biometrics*, 42, 1986, s. 231-251.
- BINNS, M. R.: Practical use of neighbour methods and alternatives in the analysis of field trials. *Canad. J. Pl. Sci.*, 67, 1987, s. 477-489.
- CULLIS, B. R. - GLEESON, A. G.: Efficiency of neighbour analysis for replicated variety trials in Australia. *J. agric. Sci. Camb.*, 113, 1989, s. 233-239.
- DIERS, B. W. - VOSS, B. K. - FEHR, W. R.: Moving - mean analysis of field tests for iron efficiency of soybean. *Crop Sci.*, 31, 1991, s. 54 - 56.
- FERNANDEZ, G. C. J.: Evaluation of moving mean and border row mean covariance analysis for error control in yield trials. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115, 1990, č. 2, s. 241 - 244.
- KEMPTON, R. A.: Spatial methods in field experiments. *Biometrics Bull.*, 2, 1985, s. 4-5.
- LILL, W. J. - GLEESON, A. C. - CULLIS, B. R.: Relative accuracy of a neighbour method for field trials. *J. agric. Sci. Camb.*, 111, 1988, s. 339-346.
- MAK, C. - HARVEY, B. L. - BERDAHL, J. D.: An evaluation of control plots and moving means for error control in barley nurseries. *Crop Sci.*, 18, 1978, s. 870 - 873.
- ROSIELLE, A. A.: Comparison of lattice designs, check plots and moving means in wheat breeding trials. *Euphytica*, 29, 1980, s. 129 - 133.
- SCHWARZBACH, E.: A new approach in the evaluation of field trials. The determination of the most likely genetic ranking of varieties. *Vortr. Pfl.*, 6, 1984, s. 249 - 259.
- SCHWARZBACH, E.: Comparison of the weighted nearest neighbour analysis with other methods of field trial evaluation in MONTE CARLO simulation. In: 2nd Symp. biometr. Probl. Agricultural, Forestry and Animal Investigations. Aas (Norway), 17-18 June 1985a.
- SCHWARZBACH, E.: Bewertung der Nachbarpazellen-Analyse. *Arbeitstatung 1985b*, Gumpenstein, s. 211 - 218.
- UŽÍK, M. - ŽOFAJOVÁ, A.: Experimentálna chyba pokusov hodnotených klasickou AV, mriežkovým štvorcem a metódou najbližších susedov. In: Ved. Práce VÚRV Piešťany 1992 (v tlači).
- WILKINSON, G. N. - ECKERT, S. R. - HANCOCK, T. W. - MAYO, O.: Nearest neighbour (NN) analysis of field experiments (with discussions). *Royal Stat. Soc. Ser. B*, 45, 1983, s. 152-212.

Došlo dňa 23. 9. 1992

M. Užík, A. Žofajová (Research Institute for Crop Production, Piešťany
Czechoslovakia)

Experimental error reduction in field trials with different methods of evaluation

Twelve base trials (ZP) were chosen from 30 trials (six sites x five years): one trial, with maximum error MS_e (a) and with minimum error MS_e (b) was chosen on each site. Derived trials (OP) were constructed from each base trial while two and three replications from four were combined: one trial with maximum error and one with minimum error were chosen from these combinations. The Anoft method was also used for evaluation of the trials (12 ZP + 48 OP). The ratio of MS_e from ANOVA to MS_e from Anoft was used as a coefficient of the method effectiveness (K_e). The trend variation higher than MS_e was not observed for the base trials, on the contrary up to 75 % of the base trials had the trend variation four times lower than MS_e . The derived trials (trials with a lower number of replications) had the similar trend variation. A very strong correlation was observed for the trend variance between the blocks and MS for replications ($r = 0.976$) (Table I). An analysis of the results by means of the NNA method considerably decreased the experimental error (Table II). The coefficient of effectiveness was higher for derived trials than for base trials. K_e higher than 2 was found in nine trials, than means 15 %, and lower than 1 in fifteen trials, than means 25 %, and K_e ranged within 1 - 2 in 36 trials, that means 60 %. The high K_e value was also obtained when the analysis of covariance with the nearest neighbour was used (one plot).

The selection of five varieties from twelve base trials with the highest value according to the arithmetical mean ($\bar{x}$) and according to the adjusted mean (Anoft $\bar{x}$) resulted in five common varieties in eight trials, in two trials there were four common varieties, in other two trials there were three and two common varieties (Table III). As for sixty derived trials, a large difference between the methods was observed only in one trial (SK 89, 2a) when only one variety of five varieties was common (Table V). The varieties selected from the derived trial (SK 89, 2a) according to the arithmetic mean belonged to the five highest-yielding at other five sites thirteen times ($p = 0.52$) of the twenty-five possible cases (five varieties x five sites = 25 cases) and those selected according to the Anoft method from the twenty-five possible cases six times ($p = 0.24$) (Table V). The weighted, and/or unweighted, NNA method decreased MS_e , but the mean adjustment did not influence the selection of the highest-yielding varieties, nor the selection gain.

experimental error; method of the nearest neighbours; spring barley



**VÝHODNÝ LEASING
STROJŮ A ZAŘÍZENÍ
NEJEN PRO ZAČNAJÍCÍ
PODNIKATELE**

ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských subjektech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační a zprostředkovatelskou činnost v oboru ekologie
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení odbytových potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

ADEKO a. s.

Slezská 7

120 56 Praha 2

tel.: 258 342 ♦ fax.: 207 229

TESTOVÁNÍ PŠENICE OBECNÉ NA CITLIVOST K FOTOPERIODĚ

Jindřich KOŠNER, Pavlína BELATKOVÁ

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

V experimentu byla ověřena možnost testování odrůd pšenice na fotoperiodickou reakci porovnáním počtu dní do metání při přirozené délce dne (světelná perioda nad 14 hodin) a při krátkém 10hodinovém dni (zkrácený přirozený den). Testovány byly odrůdy Košůtka, Vala, Jara, Sandra, Zlatka, Zdar a přiřazený odrůdy se známými genotypy z hlediska lokusů Ppd, odrůdy Sonora 64 a Chinese Spring. Všechny materiály byly jarovizovány při teplotě +1 až +3 °C po dobu osmi týdnů, aby byl eliminován vliv genů jarovizace (*Vrn*). Při dlouhém dni se projevila celková základní ranost v pořadí: Sonora 64, Chinese Spring, Jara, Košůtka, Zlatka, Vala, Sandra a Zdar. Při pěstování za krátkého dne došlo u některých odrůd k silné reakci projevující se prodloužením doby do metání. Pořadí odrůd podle citlivosti k fotoperiodě (řazeno od nejméně citlivé) bylo: Sonora 64, Košůtka, Vala - Chinese Spring, Jara - Sandra, Zlatka, Zdar. Byly vypočteny odhady průměrných genetických diferencí, vlivu prostředí a interakce mezi genotypem a prostředím.

Triticum aestivum L.; fotoperiodická reakce; geny *Ppd*

Odrůdy pšenice obecné kolísají v reakci na fotoperiodu od relativně necitlivých přes středně citlivé k silně citlivým. Fotoperiodická citlivost pšenice je určována sérií lokusů označených Ppd 1, Ppd 2 a Ppd 3 lokalizovaných na chromozómech 2D, 2B a 2A (K e i m et al., 1973; P i r a s t e h , W e l s h , 1975; L a w et al., 1978). Necitlivost k fotoperiodě je dominantní nad citlivostí (P u g s l e y , 1965, 1966). Účinek jednotlivých lokusů je rozdílný. Ppd 1 je epistatický k ostatním lokusům (P i r a s t e h , W e l s h , 1975); Ppd 2 má pravděpodobně větší účinek než Ppd 3 (L a w et al., 1978; S c a r t h , L a w , 1984). K fotoperiodě relativně necitlivý genotyp Sonora 64 má genetickou sestavu uvedených lokusů Ppd 1, Ppd 2 a Ppd 3 (K e i m et al., 1973; W e l s h et al., 1973) a standardní genotyp Chinese Spring Ppd 1, Ppd 2, Ppd 3 (P i r a s t e h , W e l s h , 1975; L a w et al., 1978; L b o v a , 1980). Kromě uvedených lokusů byl na chromozómu 3B odrůdy Česká Přesívka nalezen další lokus ovlivňující fotoperiodickou reakci (K o š n e r , 1987).

Fotoperiodická citlivost je pro pšenici nesmírně důležitá. Umožňuje širokou adaptabilitu pšenice: pšenice pěstované v nižších zeměpisných šířkách (typy zv. mexických pšeníc) jsou k fotoperiodě necitlivé a odrůdy původem z vyšších zeměpisných šířek jsou zpravidla citlivé. Citlivost k fotoperiodě se podílí na ranosti či pozdnosti a v konkrétních podmínkách může být určující pro řadu

znaků pěstitelsky důležitých. Ve svých důsledcích může značně ovlivňovat i výnos.

Kromě genů systému *Ppd* však existují i geny, které ovlivňují dobu metání bez ohledu na délku dne (S c a r t h , L a w , 1984).

Určení genetického založení citlivosti k délce dne je značně obtížné pro obtížnost testování a pro nedostatek vhodných testovacích materiálů s definovanými geny. Je proto snaha vytvořit materiály s definovanými geny (izogenní linie). Otázkou je, bude-li nutné k testování používat testovací křížení, nebo zda bude dostačující jen porovnání definovaného materiálu s materiálem testovaným.

Tento experiment nemá za úkol přímo určit genetické založení sledovaných odrůd (pouze dva standardní genotypy zařazené v souboru to neumožňují), nýbrž má ověřit možnosti testování za pomoci linií s definovanými geny a ověřit vhodnost zvoleného postupu.

MATERIÁL a METODY

Do pokusného souboru čs. odrůd pšenice byly zařazené ozimé odrůdy Košútka, Vala, Zdar a jarní odrůdy Jara, Sandra a Zlatka. K nim byly ještě přiřazeny odrůdy, u kterých je dobře známo genetické založení z hlediska genů *Ppd*: odrůda Sonora 64 (*Ppd* 1, *Ppd* 2, *ppd* 3) a odrůda Chinese Spring (*ppd* 1, *Ppd* 2, *Ppd* 3).

Testování fotoperiodické reakce bylo uskutečněno porovnáním počtu dní od vysazení rostlin do doby metání při přirozené délce dne a při krátkém dni. Za přirozený dlouhý den bylo považováno období, kdy délka dne (světelná perioda) přesahuje 14 hodin, tj. v zeměpisných šířkách experimentu asi od 20.4. Za krátký den bylo považováno zkrácení přirozeného dne na 10 hodin; světelná perioda od 8 do 18 hod. Zkrácení dne bylo zajišťováno automatickým zařízením pro zatemňování. Zatemněný prostor byl chlazen na vnější teplotu ventilátorem.

Všechny studované materiály, ať ozimého či jarního charakteru, byly jarovizovány osm týdnů při teplotě +1 až +3 °C, aby byl eliminován vliv jarovizační reakce. Jarovizované rostliny byly vysázeny do řádků s řídkým sponem na parcelku nezatemňovanou a parcelku zatemňovanou 22. 4. 1991. Sledován byl počet dní do metání; za vymetanou byla považována ta rostlina, která měla vymetanou polovinu klasu na první odnoži.

Průkaznost rozdílu v počtu dní do metání mezi odrůdami byla hodnocena *t*-testem. Zhodnocení vztahu dvou genotypů při dlouhém a krátkém dni, tj. hodnocení odhadu genetické difference, vlivu prostředí a interakce bylo uskutečněno použitím následujícího modelu odvozeného z údajů, které

uveřejnili **M a t h e r a J i n k s.** (1971), kde m je střední hodnota průměrů, $[d]$ je průměrná genetická diference genotypu, e je průměrný vliv prostředí a $[g]$ je interakce mezi prostředím a genetickou diferencí mezi odrůdami.

Počet dní do metání

	dlouhý den	krátký den
První genotyp	$m + [d] + e + [g]$ $\bar{x}_1$	$m + [d] - e - [g]$ $\bar{x}_2$
Druhý genotyp	$m - [d] + e - [g]$ $\bar{x}_3$	$m - [d] - e + [g]$ $\bar{x}_4$

Odhady $[d]$ byly získány z $1/4 (\bar{x}_1 + \bar{x}_2 - \bar{x}_3 - \bar{x}_4)$, e z $1/4 (\bar{x}_1 - \bar{x}_2 + \bar{x}_3 - \bar{x}_4)$ a $[g]$ z $1/4 (\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - \bar{x}_3 + \bar{x}_4)$.

Tyto odhady byly testovány na průkaznost t -testem, u kterého byla standardní chyba vypočtena ze součtu každé variance průměru, $S.E. = 1/4 (V\bar{x}_1 + V\bar{x}_2 + V\bar{x}_3 + V\bar{x}_4)^{1/2}$.

VÝSLEDKY a DISKUSE

Výsledky experimentu jsou shrnuty v tab. I a graficky znázorněny na obr. 1. Odrůdy jsou seřazeny podle počtu dní do metání při krátkém dni. Toto pořadí není shodné s pořadím podle počtu dní do metání při přirozeném dlouhém dni.

Při přirozeném dlouhém dni charakterizuje počet dní do metání celkovou základní ranost, event. pozdnost studovaných odrůd, tedy nejen vliv genů systému *Ppd*, ale pravděpodobně i *Vrn* a ostatních genů působících na ranost (ranost *per se*). Geny, které působí na dobu metání bez ohledu na délku dne, našli např. **S c a r t h a L a w** (1984). Pořadí odrůd podle ranosti za přirozeného dlouhého dne bylo: Sonora 64, Chinese Spring, Jara, Košůtka, Zlatka, Vala, Sandra, Zdar.

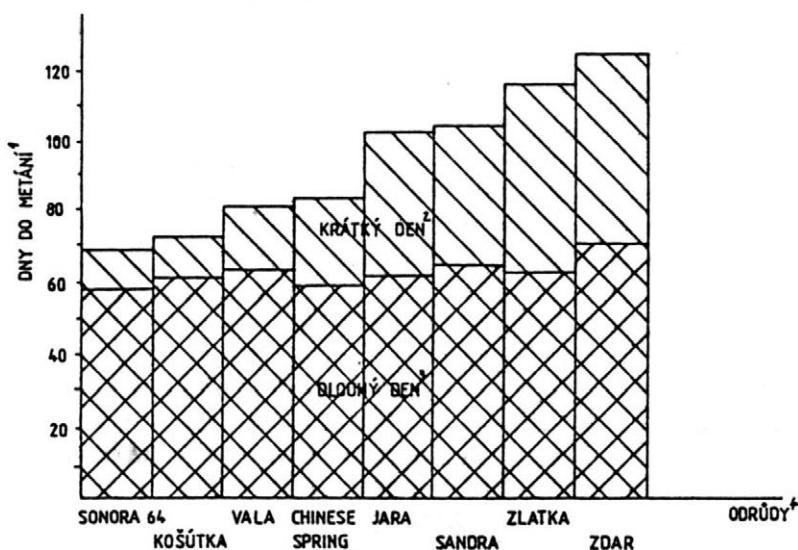
Počet dní do metání při krátkém dni byl ovlivněn z velké části geny *Ppd*. To je pravděpodobně hlavní příčinou toho, že pořadí odrůd testovaných při krátkém dni není shodné s pořadím odrůd při dlouhém dni. Jasná shoda je jen u krajních genotypů: odrůda Sonora 64 má v obou případech nejmenší počet dní do metání a odrůda Zdar největší. To by nasvědčovalo, že geny *Ppd* mohou ranost značně ovlivňovat i za přirozené délky dne. Testování průkaznosti rozdílů v ranosti (počtu dní do metání za dlouhého dne) potvrdilo, že krajní odrůdy jsou průkazně

I. Průměrný počet dní do metání u sledovaných odrůd při dlouhém a krátkém dni, rozdíly v počtu dní do metání způsobené změnou délky dne a odhady genetických diferencí, vlivu prostředí a interakce mezi prostředím a genotypy sousedních odrůd seřazených podle doby metání při krátkém dni - The average number of days until heading in the test varieties grown under long and short days, differences in the number of days until heading induced by a change in the daylength, and estimates of genetic differences, environment effect and interactions between the environment and genotypes of neighbouring varieties arranged according to heading dates under a short day

Genotyp ¹		Počet dní do metání ²								Odhady diferencí ⁵		
		dlouhý den ³			krátký den ⁴				rozdíl mezi dlouhým a krátkým dnem ⁹	[d]	e	[g]
		$\bar{x}$	pořadí ⁶	vzájemná průkaznost ⁷ P > 0,01	$\bar{x}$	pořadí	vzájemná průkaznost P > 0,01	průkaz. sous. dvojic ⁸				
a	Sonora 64	58,42 ± 2,32	1	b,c,e,f,g,h	69,10 ± 2,17	1	b,c,d,e,f,g,h	xx	10,68	2,033 ^{xx}	5,608 ^{xx}	+0,267
b	Košútka	61,45 ± 1,37	4	a,h	73,70 ± 1,69	2	a,c,d,e,f,g,h	xx	11,75	2,175 ^{xx}	7,425 ^{xx}	+1,150 ^{xx}
c	Vala	63,20 ± 0,92	6	a,d,h	81,15 ± 3,77	3	a,b,e,f,g,h	0	17,95	0,147	10,430 ^{xx}	+1,455 ^x
d	Chinese Spring	59,97 ± 1,09	2	c,g,h	83,71 ± 4,10	4	a,b,e,f,g,h	x	23,77	5,104 ^{xx}	16,082 ^{xx}	+4,192 ^{xx}
e	Jara	61,75 ± 1,49	3	a,h	102,31 ± 4,48	5	a,b,c,d,g,h	0	40,56	0,943	20,073 ^{xx}	-0,206
f	Sandra	64,05 ± 2,66	7	a,h	103,79 ± 6,97	6	a,b,c,d,g,h	x	39,74	2,318 ^x	23,115 ^{xx}	+3,289 ^x
g	Zlatka	62,11 ± 1,16	5	a,d,h	115,00 ± 9,32	7	a,b,c,d,e,f,g,h	x	59,89	4,272 ^{xx}	26,376 ^{xx}	-0,072
h	Zdar	70,80 ± 1,45	8	a,b,c,d,e,f,g	123,40 ± 7,17	8	a,b,c,d,e,f,g		52,60			

¹genotype; ²number of days to heading; ³long day; ⁴short day; ⁵estimates of differences; ⁶order; ⁷reciprocal significance; ⁸significance of neighbouring pairs; ⁹difference between the long and short day

odlišné ($P > 0,01$) nejen mezi sebou, ale i od většiny ostatních středně raných odrůd. Odrůda Zdar byla průkazně pozdnější než všechny odrůdy a odrůda Sonora 64 byla významně ranější než ostatní odrůdy (kromě Chinese Spring, která při dlouhém dni byla též značně raná). Ostatní odrůdy se projevovaly jako středně rané a vzájemně byly průkazně odlišné jen výjimečně. Jejich pořadí při dlouhém dni nebylo shodné s pořadím při krátkém dni. Je pravděpodobné, že u odrůdy Chinese Spring a středně raných odrůd ovlivňují ranost i jiné geny než *Ppd*.



¹days until heading; ²short day; ³long day; ⁴varieties

1. Grafické znázornění počtu dní do metání u sledovaných odrůd při dlouhém a krátkém dni - Graphical representation of the number of days until heading in the test varieties grown under long and short days

Výrazná diference sledovaného souboru v počtu dní do metání, která nastala při pěstování za krátkého dne, je převážně důsledkem působení genů *Ppd*. Rozdíly mezi odrůdami jsou značné. Nejdůležitější pro posouzení shodnosti reakce na krátký den je testování průkaznosti rozdílů mezi sousedními genotypy.

Shoda (nepřukazný rozdíl) je mezi odrůdami Vala - Chinese Spring a odrůdami Jara - Sandra. Mezi ostatními jsou statisticky významné rozdíly. Podle reakce na krátký den, reprezentované počtem dní do metání při krátkém dni,

a podle výsledku testování statisticky významných rozdílů lze soubor rozdělit do šesti odlišných skupin: Sonora 64, Košútka, Vala - Chinese Spring, Jara - Sandra, Zlatka, Zdar. Pro přiřazení genotypů z hlediska genů *Ppd* k odrůdám jsou dvě definované kontroly (Sonora 64 - *Ppd* 1, *Ppd* 2, *ppd* 3 a Chinese Spring - *ppd* 1, *Ppd* 2, *Ppd* 3) málo a rovněž pro dokázání shody dvou genotypů z hlediska genů *Ppd* je třeba kromě hodnocení počtu dní do metání vzít v úvahu celkovou reakci srovnávaných genotypů a provést rozbor, v čem se genotypy shodují a v čem jsou odlišné.

Vztahy mezi genotypy byly hodnoceny vždy u dvou sousedních genotypů (při seřazení podle počtu dní do metání při krátkém dni). Byly vypočteny hodnoty $[d]$, e , $[g]$ (M a t h e r, J i n k s, 1971). Hodnoty $[d]$ představují odhady průměrné genetické difference mezi genotypy a charakterizují vliv všech genů podílejících se na době metání. Hodnoty e jsou vlivy prostředí a charakterizují rozdíly mezi dlouhým a krátkým dnem. Hodnoty $[g]$ jsou odhady interakce mezi prostředím a genetickou diferencí mezi odrůdami a měl by se zde značně uplatnit vliv genů *Ppd*.

Odhady průměrné genetické difference byly neprůkazné mezi dvojicemi odrůd Vala - Chinese Spring a Jara - Sandra, což se shoduje s výsledkem testování rozdílů v počtu dní do metání za krátkého dne. U dvojice Vala - Chinese Spring byla průkazná interakce (při $P > 0,05-0,01$), kdežto u dvojice Jara - Sandra interakce průkazná nebyla. U sledovaného souboru není průkazná interakce ještě u dvojic Sonora 64 - Košútka a Zlatka - Zdar. Odhady vlivu prostředí (dlouhý den - krátký den) odpovídají seřazení odrůd podle reakce na krátký den a od odrůdy Sonora 64 k odrůdě Zdar výrazně stoupají; ve všech případech jsou statisticky významně průkazné. Že i odrůda Sonora 64, která je považována za necitlivou (K e i m et al., 1973), vykazuje významný rozdíl v reakci při dlouhém a krátkém dni dokládá, že necitlivost je třeba chápat jako relativní.

Takto založený experiment prokázal, že dochází k dostatečné diferenciaci genotypů podle reakce na fotoperiodu. Nedostatek kontrol s definovanými geny sice neumožňuje určit zodpovědně přesné genetické založení sledovaných odrůd, avšak při využití poznatků z literatury o účincích jednotlivých lokusů *Ppd* si lze určitou představu učinit. K přesnému určování genotypu *Ppd* je třeba vytvořit sérii linií s definovanými geny *Ppd*. Jak experiment naznačil, bude nutné na základě dalšího experimentu s přesně definovaným materiálem ověřit možnost oddělení vlivu genů *Ppd* od vlivu ostatních genů, určit podíl jednotlivých lokusů *Ppd* na ranosti při dlouhém dni a určit, jak se lokusy *Ppd* podílejí na průměrné genetické deferenci a na interakci. Pak bude pravděpodobně možné určovat genotypy odrůd z hlediska genů *Ppd*.

Z metodického hlediska je třeba ještě upozornit na skutečnost, že při testování materiálů za krátkého dne stoupá s citlivostí materiálu rozptýl a u nejpозdnějších typů může docházet ke konci experimentu k napadení těchto materiálů listovými chorobami a k zasychání rostlin.

Literatura

- KEIM, D. L. - WELSH, J. R. - McCONNELL, R. L.: Inheritance of photoperiodic heading response in winter and spring cultivars of bread wheat. *Can. J. Pl. Sci.*, 53, 1973, s. 247-250.
- KOŠNER, J.: A study of inheritance in the alternative growth habit of the cultivar Česká Přesfka. *Scientia Agric. Bohemoslov.*, 19, 1987, č. 1, s. 33-45.
- LAW, C. N. - SUTKA, J. - WORLAND, A. J.: A genetic study of day-length response in wheat. *Heredity*, 41, 1978, č. 2, s. 185-191.
- LBOVA, M. I.: Monosomnyj analiz nekotorych priznakov radiacionnogo sorta jarovoj pšenicy Novosibirskaja 67 i jeho ischodnoj formy. III. Lokalizacija genov kontrolizujuščich čuvstvitelnost k fotoperiodu. *Genetika*, 16, 1980, č. 6, s. 1068-1076.
- MATHER, K. - JINKS, J. L.: Biometrical genetics. London, Chapman and Hall Ltd. 1971.
- PIRASTEJ, B. - WELSH, J. R.: Monosomic analyses of photoperiod response in wheat. *Crop Sci.*, 15, 1975, s. 503-505.
- SCARTH, R. - LAW, C. N.: The control of day-length response in wheat by the group 2 chromosomes. *Z. Pfl. - Zücht.*, 92, 1984, s. 140-150.
- WELSH, J. R. - KEIM, D. L. - PIRASTEJ, B. - RICHARDS, R. D.: Genetic control of photoperiod response in wheat. *Proc. 4th Int. Wheat Genet.*, Missouri, 1973, s. 879-884.

Došlo dne 27. 5. 1992

*J. Košner, P. Belatková (Research Institute for Plant Production,
Praha - Ruzyně, Czechoslovakia)*

Common wheat testing for photoperiodic sensitive

An experiment was aimed at common wheat testing for photoperiodic sensitivity. The varieties Košutka, Vala, Jara, Zlatka and Zdar were tested while these varieties with determined genotypes on the basis of *Ppd* genes were also included: Sonora 64 - *Ppd 1 Ppd 2 ppd 3* (Keim et al., 1973; Pirasteh and Welsh, 1975) and Chinese Spring - *ppd 1 Ppd 2 Ppd 3* (Pirasteh and Welsh, 1975). Some of the tested varieties have the winter growth habit and some the spring growth habit. Hence all materials were vernalized identically at temperatures of +1 to +3 °C for eight weeks to eliminate the effect of *Vrn* genes as much as possible. Vernalized plants were set into rows on 22nd April 1991 on a plot where the natural daylight was shortened to a ten-hour light period (8 a.m. - 18 p.m.) by means of an automatic equipment, and on a plot with no darkening (the light period was longer than 14 hours in the conditions of this experiment since 20th April). The number of days until heading was an investigated parameter. Table I and Fig. 1 show the results of the experiment and their evaluation. The number of days until

heading when the plants are grown under a long day is influenced by overall general earliness which is determined by the effects of the gene complex. The order of the varieties was as follows: Sonora 64, Chinese Spring, Jara, Košútka, Zlatka, Vala, Sandra, Zdar. The number of days until heading under a short day is influenced particularly by the effects of *Ppd* genes. Marked, statistically significant differentiation of the test varieties was observed: the order of the varieties was as follows: Sonora 64, Košútka, Vala - Chinese Spring, Jara - Sandra, Zlatka, Zdar. There were no statistically significant differences between the varieties Vala - Chinese Spring and Jara - Sandra. These values were calculated for the genotypes (Table I): $[d]$ - estimates of mean genetic difference, e - estimates of the effect of environment (short day) and $[g]$ - estimates of environment $\times$ genetic difference interaction; a method derived from model devised by Mather and Jinks (1971) was applied.

Triticum aestivum L.; photoperiodic response; *Ppd* genes

OVĚŘENÍ METODY BÍLKOVINNÝCH MARKERŮ PEKAŘSKÉ JAKOSTI PŠENICE OBECNÉ POMOCÍ NOVÝCH GENOTYPŮ ZKOUŠENÝCH VE STÁTNÍCH ODRŮDOVÝCH ZKOUŠKÁCH V ROCE 1991

Jiří ČERNÝ, Antonín ŠAŠEK¹, Jaroslav MALÝ²

Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbátka; ¹Výzkumný ústav rostlinné výroby,
161 06 Praha-Ruzyně; ²Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský - HOZ
Sedlec, 250 65 Líbeznice

Vhodnost metody predikce pekařské jakosti pomocí elektroforézy gliadinů a podjednotek gluteninů s VMH, vypracovaná v letech 1975 až 1989 s použitím tehdejších genotypů pšenice, byla ověřována u souboru 19 nových odrůd a nových šlechtění, zkoušených v roce 1991 ve státních odrůdových zkouškách. Byla prokázána kladná korelace mezi celkovými bodovými hodnotami predikce pekařské jakosti gliadinových a gluteninových genů a sedimentační hodnotou, resp. třídou pekařské jakosti. Maximální hodnota korelace byla zjištěna mezi pekařskou jakostí a součtem bodových hodnot gliadinových a gluteninových genů - markerů. Současně byly hodnoceny pomocí elektroforézy bílkovinné ideotypy současných a starších genotypů pšenice obecné.

Triticum aestivum L.; elektroforéza; gliadiny; gluteniny; seditest s SDS; predikce pekařské jakosti; bílkovinné ideotypy

Elektroforéza genetických bílkovinných markerů pšenice, tj. gliadinů a podjednotek gluteninů s vysokou molekulovou hmotností (VMH) umožňuje racionalizovat tvorbu a reprodukci potravinářských odrůd pšenice. V Československu byla tato metoda vyvíjena a ověřována v letech 1977 až 1989 s použitím odrůd, případně nových šlechtění, zkoušených ve zmíněném období ve státních odrůdových zkouškách (SOZ).

Vzhledem k ekonomickému významu metody gliadinových a gluteninových markerů pekařské jakosti pšenice bylo žádoucí tuto metodu ověřit pomocí nových odrůd, povolených v roce 1991, a nových šlechtění, zkoušených ve SOZ v roce 1991.

MATERIÁL A METODY

Přehled hodnocených nových odrůd a nových šlechtění pšenice ozimé a jarní, včetně jejich původu a stručně agronomické charakteristiky, je uveden v tab. I.

K elektroforetickým analýzám gliadinů bylo použito ramšových vzorků osiva ve stupni S1, dodaných ze sklizně roku 1991 ÚKZÚZ - Hlavní odrůdovou zkušebnou v Sedleci. Ke stanovení skladby gliadinů bylo elektroforetický analyzováno z každého ramšového vzorku osiva po 30 náhodně odebraných semenech.

Ke stanovení elektroforetické skladby podjednotek gluteninů s vysokou molekulovou hmotností bylo hodnoceno po 12 náhodně odebraných semenech z každého ramšového vzorku.

Elektroforetická spektra gliadinů byla stanovena modifikovaným způsobem vertikální elektroforézy ve sloupcích škrobového gelu v Al-laktátovém pufru při pH 3,1 se 2 mol močoviny na 1 l (Š a š e k et al., 1989).

Alelické gliadinové bloky byly vyčleněny z elektroforetických spekter gliadinů podle katalogu gliadinových alelických bloků (S o b k o , P o p e - r e l j a , 1986).

Elektroforetická spektra podjednotek gluteninů s vysokou molekulovou hmotností byla ověřena pomocí modifikovaného postupu vertikální diskontinuální elektroforézy v polyakrylamidovém gelu v přítomnosti dodecylsírany sodného (L a e m m l i , 1970). Alelické bloky zón, či jednotlivé alelické zóny podjednotek gluteninů s vysokou molekulovou hmotností byly detekovány podle publikovaného katalogu (P a y n e et al., 1981).

Zjištěné bílkovinné linie jsou označeny písmeny velké abecedy (gliadinové linie), resp. písmeny malé abecedy (gluteninové linie).

Použité bodové, markerovací hodnoty predikce pekařské jakosti jednotlivých gliadinových alel publikovali Č e r n ý et al. (1989). Analogické hodnoty pekařské jakosti alel gluteninových genů byly převzaty z literatury (P a y n e et al., 1981; M o o n e n et al., 1982; P a y n e , 1983).

Zmíněné predikční markerovací hodnoty alelických gliadinových a gluteninových genů jsou uvedeny v tab. I.

Platnost bodových predikčních hodnot jednotlivých gliadinových a gluteninových markerů pekařské jakosti byla ověřována stanovením hodnot korelačních vztahů, tj. koeficientů korelace r , mezi predikčními bodovými hodnotami a hodnotami sedimentačního testu a třídami pekařské jakosti.

Pro určení těchto korelačních vztahů bylo použito výsledků laboratorních testů sedimentační hodnoty ÚKZÚZ a výsledků komplexního hodnocení pekařské jakosti nových odrůd a nových šlechtění, zkoušených ve SZO (ÚKZÚZ, 1992). Maximální pekařská jakost odpovídá bonitaci 9 a minimální bonitaci 1. U některých nových šlechtění, zkoušených ve SOZ prvním rokem, bylo použito k zařazení do třídy pekařské jakosti výsledků stanovení pekařské jakosti ve staničních zkouškách a v mezistaničních předzkouškách.

I. Predikční bodové hodnoty markerů pekařské jakosti - gliadinových genů a genů podjednotek glutelinů s VMH - The score value of baking quality prediction for gliadin genes and genes determining s. u. of glutenins with HMW

A. GLIADINOVÉ GENY¹

Lokus, chromozóm ²	Alela ³														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1A	0,5	3,5	2	4	3	0,5	5	0,5	3	(2)		(2)		(0,5)	(0,5)
1B	8	6,5	0	5	5	0	6			(5)					
1D	2	1	1	3	2,5	1,5	2	(1,5)	(1,5)	(2)					
6A	1	(2)	3,5												
6B	1	3,5	(1)												
6D	1	3	(2,5)	(2,5)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)						

B. GENY GLUTEINŮ S VMH⁴

Lokus, chromozóm	Alela (číslo zóny, zón) ⁵	Bodová predikční hodnota pekařské jakosti ⁶
1A	0	0
	1	2
	2+	2
1B	7+8	4
	7+9	3
	7	2
	6+8	1
1D	5+10	2
	2+12	0

¹gliadin genes; ²locus, chromosome; ³allele; ⁴glutenins genes with HMW; ⁵allele (number of zone, zones); ⁶predictive score value of baking quality

VÝSLEDKY a DISKUSE

V období 1977 až 1989 byla ověřována vhodnost metody gliadinových a gluteninových markerů u československých povolených odrůd a u nových šlechtění domácího i zahraničního původu, právě tak jako u zahraničních odrůd. Byla prokázána možnost konstrukce záměrných transgresních kombinací, zvyšujících pekařskou jakost (Š a š e k et al., 1986, 1989).

II. Přehled souborů GLD a GLU alelických bloků hodnocených nových odrůd a nových šlechtění pšenice obecné a jarní - A survey of the sets of allelic gliadin and glutenin block - markers of baking quality of the checked new varieties and new breeds of winter and spring wheat

Č.	Název, označení odrůdy, nšl. ¹	GLD		GLD alelické bloky ²							GLU		GLU alelické bloky ³		
		linie ⁴	%	1-1A	2-1A	1B	1D	6A	6B	6D	linie	%	1A	1B	1D
Pšenice ozimá ⁵															
1.	Livia	A	100	15	0	3	2	N1(3)	1(3)	2(2)	a	50	1	7+9	5+10
		b	50								b	50	1	7+9	2+12
2.	Senta	A	100	3	0	3	(2)	3	1	1(1)	a	100	1	7	2+12
3.	Simona	A	91	9	2+3	4	1	(2)	1	2(4)	a	100	0	7	2+12
		B	9	9	2+3	3	1	(2)	1	2(4)					
4.	Sofia	A	87	3	1	3	1	(2)	1	1(1)	a	100	1	7	2+12
		B	13	3	1	3	1	(2)	1	2(4)					
5.	Vlada	A	100	14	0	1	7	(2)	1	2(4)	a	100	1	7+9	5+10
6.	BU-33	A	100	2	0	1	3(2)	1	1(3)	1(1)	a	100	0	7+9	5+10
7.	BR-1522	A	100	2	0	4	1	(2)	1	1(6)	a	100	0	6+8	5+10
8.	HE-2787 b	A	100	2	2	4	(2)	(2)	1(3)	1(6)	a	100	0	7+8	5+10
9.	HE-3575	A	71	2	0	3	7	(2)	1	1(1)	a	100	0	7+8	2+12
		B	29	2	0	3	1	(2)	1	1(1)					
10.	MŠ-4	A	100	12	0	4	1	(2)	1	1(5)	a	50	0	7+8	2+12
		b	50								b	50	0	6+8	2+12
11.	SO-928	A	100	2	0	1	2	1	1(3)	N(1)	a	50	1	7+9	5+10
		b	50								b	50	0	7+9	5+10

12.	SO-7953	A	75	4	0	1	1	1	1	N ₍₁₎	a	100	1	7+9	5+10
		B	21	4	0	1	1	1	1	1 ₍₁₎					
		(C)*	4	2	0	1	1	1	1	1 ₍₁₎					
13.	ST-50	A	100	2	0	3	1	3	1	1 ₍₇₎	a	100	1	7+9	2+12
14.	ST-265	A	100	4	(0)	4	1	1	1	N ₍₁₎	a	100	0	7+9	5+10
15.	ST-1393	A	100	2	0	4	1	1	1 ₍₃₎	1 ₍₁₎	a	100	0	7+8	5+10
16.	UH-139	A	100	4	(3)	1	1	(2)	2	N ₍₁₊₂₎	a	100	0	6+8	5+10
Pšenice jarní ⁶															
1.	Maja	A	100	3	2+3	1	8	(2)	1	N ₍₁₊₂₎	a	100	1	7+8	5+10
2.	Saxana	A	100	(5)	2	1	5 ₍₇₎	N2 ₍₃₎	1 ₍₃₎	2 ₍₂₎	a	100	1	7+9	5+10
3.	ST-3	A	100	(2)	2	1	7 ₍₅₎	N2 ₍₃₎	1	2 ₍₂₎	a	100	1	7+9	5+10

1. GLD 2-1A 2 + 3 = dimorfismus v alelách genu 2-1A - dimorphism in alleles of 2-1A gene

2. GLD 6A N1 = nové, dosud nekatalogizované alely GLD lokusů - new, not yet catalogized alleles of GLD loci

GLD 6A N2

GLD 6D N

3. () = uvedení alel v symbolech gliadinových bloků v závorkách charakterizuje modifikované alelické bloky s proměněnou intenzitou zbarvení zón - bracketing alleles in the symbols of gliadin blocks denotes modified allelic blocks with the altered intensity of zone coloration

4. N (1 + 2) = dimorfismus v alelách N lokusů - dimorphism in alleles of N loci

¹name; variety designation, new breed designation; ²GLD allelic blocks; ³GLU allelic blocks; ⁴line; ⁵winter wheat; ⁶spring wheat

III. Predikční bodové hodnoty pekařské jakosti GLD a GLU alelických bloků hodnocených genotypů pšenice ozimé a jarní - The score of baking quality prediction for GLD and GLU allelic blocks of the checked genotypes of winter and spring wheat

Č.	Název, označení odrůdy, nšl. ¹	GLD		GLD alelické bloky - body ²						
		linie	%	1-1A	2-1A	1B	1D	6A	6B	6D
Pšenice ozimá ⁷										
1.	LIVIA	A	100	0,5	0	0	1	3,5	1	3
2.	SENTA	A	100	2	0	0	1	3,5	1	1
3.	SIMONA	A	91	3	0	5	2	2	1	3
		B	9	3	0	0	2	2	1	3
4.	SOFIA	A	87	2	0	0	2	2	1	1
		B	13	2	0	0	2	2	1	3
5.	VLADA	A	100	3	0	8	2	2	1	3
6.	BU-33	A	100	3,5	0	8	1	1	1	1
7.	BR-1522	A	100	3,5	0	5	2	2	1	1
8.	HE-2787b	A	100	3,5	0	5	1	2	1	1
9.	HE-3575	A	71	3,5	0	0	2	2	1	1
		B	29	3,5	0	0	2	2	1	1
10.	MŠ-4	A	100	2	0	5	2	2	1	1
11.	SO-928	A	100	3,5	0	8	1	1	1	1
12.	SO-7953	A	75	4	0	8	2	1	1	1
		B	21	4	0	8	2	1	1	1
		(C)+	4	3,5	0	8	2	1	1	1
13.	ST-50	A	100	3,5	0	0	2	3,5	1	1
14.	ST-265	A	100	4	0	5	2	1	1	1
15.	ST-1393	A	100	3,5	0	5	2	1	1	1
16.	UH-139	A	100	4	0	8	2	2	3,5	1
Pšenice jarní ⁸										
1.	MAJA	A	100	2	0	8	1,5	2	1	1
2.	SAXANA	A	100	3	0	8	2,5	3,5	1	3
3.	ST-3	A	100	3,5	0	8	2	3,5	1	3

¹name, variety designation, new breed designation; ²GLD allelic blocks - scores; ³GLU allelic blocks-scores; ⁴score values of allelic block baking quality prediction; ⁵sedimentation test; ⁶baking quality grade; ⁷winter wheat; ⁸spring wheat

GLU		GLU alelické bloky-body ³			Bodové hodnoty predikce pekařské jakosti alelických bloků ⁴			Sedimentační test ⁵	Třída pekařské jakosti ⁶
linie	%	1A	1B	1D	GLD	GLU	GLD:GLU	ml	(1-9)
Pšenice ozimá									
a	50	2	3	2	9	7	15	24	2
b	50	2	3	0	9	5			
a	100	2	2	0	8,5	4	12,5	37	2
a	100	0	2	0	16 11	2 2	17,5	25	2
a	100	2	2	0	8 10	4 4	12,5	27	2
a	100	2	3	2	19	7	26	57	9
a	100	0	3	2	15,5	5	20,5	40	7
a	100	0	1	2	14,5	3	17,5		7
a	100	0	4	2	13,5	6	19,5		7
a	100	0	4	0	9,5 9,5	4 4	13,5		2
a	50	0	4	0	13	4	15,5	32	4
b	50	0	1	0	13	1			
a	50	2	3	2	15,5	7	22,5	43	7
b	50	0	3	2	15,5	7			
a	100	2	3	2	17 17 16,5	7 7 7	24		9
a	100	2	3	0	11	5	16	33	4,5
a	100	0	3	2	14	5	19		6,5
a	100	0	4	2	13,5	6	19,5	47	7
a	100	0	1	2	20,5	3	23,5		6,5
Pšenice jarní									
a	100	2	4	2	15,5	8	23,5	52	7
a	100	2	3	2	21	7	28	59	7
a	100	2	3	2	21	7	28	58	7,5

Třída pekařské jakosti (1 - 9) - Baking quality grades (1-9):

9 = maximální hodnota pekařské jakosti - maximum grade of baking quality

5 = střední hodnota pekařské jakosti - medium grade of baking quality

1 = velmi nízká pekařská jakost - very low baking quality

Získané poznatky o bodové hodnotě predikce pekařské jakosti jednotlivých alel gliadinových a gluteninových genů - markerů pekařské jakosti je zřejmě nutné korigovat, ověřovat a doplňovat v souladu se změnami odrůdové skladby a s výskytem nových, odlišných genotypů. Tyto nové genotypy, tj. nové odrůdy se mohou vyznačovat výskytem nových, dosud nedefinovaných alel gliadinových a gluteninových genů - markerů pekařské jakosti s neurčenou markerovací hodnotou. U nových odrůd a nových šlechtění je možné rovněž předpokládat i změny expresivity stávajících, katalogizovaných alel gliadinových a gluteninových genů - markerů pekařské jakosti vlivem odlišného genetického pozadí.

K ověření platnosti primárních poznatků o predikčních hodnotách markerů pekařské jakosti byl použit soubor nových odrůd pšenice obecné, povolených v roce 1991, a soubor nových šlechtění pšeničky obecné, zkoušených v roce 1991 ve SOZ. Původy a agronomické charakteristiky zmíněných souborů byly publikovány (Š a š e k et al., v tisku).

Podkladové údaje pro výpočet koeficientů korelace mezi bodovou predikční hodnotou pekařské jakosti jednotlivých alel gliadinových a gluteninových genů a hodnotami sedimentace a třídami pekařské jakosti jsou uvedeny v tab. II a III.

Výsledky korelační analýzy, charakterizující vztah mezi třídou pekařské jakosti a bodovými predikčními hodnotami gliadinových a gluteninových genů, shrnuje tab. IV.

IV. Hodnoty koeficientů korelace (r) mezi bodovými hodnotami predikce pekařské jakosti alelických gliadinových (GLD) a gluteninových (GLU) bloků a třídami pekařské jakosti - The values of correlation coefficients (r) showing the relations between the score value of baking quality prediction for allelic GLD and GLU (HMW) block and the grade of baking quality

Proměnná $X^1 =$	n	Proměnná $Y =$ třída pekařské jakosti ²	
		hodnota r^3	významnost ⁴
1. Bodová hodnota predikce pekařské jakosti GLD markerů ⁵	19	0,75	*
2. Bodová hodnota predikce pekařské jakosti GLU markerů ⁶	19	0,59	*
3. Celková bodová hodnota predikce pekařské jakosti GLD + GLU markerů ⁷	19	0,83	*

* = $P 0,05$

** = $P 0,01$

¹variable X; ²variable Y = baking quality grade; ³value; ⁴significance; ⁵score value of GLD marker baking quality prediction; ⁶score value of GLU marker baking quality prediction; ⁷total score value of GLD + GLU marker baking quality prediction

V. Hodnoty koeficientu korelace (r) mezi bodovými hodnotami predikce pekařské jakosti alelických gliadinových (GLD) a gluteninových (GLU) bloků a hodnotou sedimentace a třídou pekařské jakosti - The values of correlation coefficients (r) showing the relations between the score value of baking quality prediction for allelic GLD and GLU (HMW) blocks and the sedimentation value and the grade of backing quality

Proměnná $X^1 =$	n	Proměnná			
		Y		Z	
		hodnota sedimentace ²		třída pekařské jakosti ³	
		r	významnost ⁴	r	významnost
1. Bodová hodnota predikce pekařské jakosti GLD markerů ⁵	14	0,78	**	0,76	**
2. Bodová hodnota predikce pekařské jakosti GLU markerů ⁶	14	0,76	**	0,73	**
3. Bodová hodnota predikce pekařské jakosti GLD + GLU markerů ⁷	14	0,88	**	0,85	**

* = P 0,05

** = P 0,01

¹variable X; ²sedimentation value; ³baking quality grade; ⁴significance; ⁵score value of GLD marker baking quality prediction; ⁶score value of GLU marker baking quality prediction; ⁷score value of GLD + GLU marker baking quality prediction

Z celkového počtu 19 hodnocených genotypů byla u 14 genotypů ve SOZ zjišťována sedimentační hodnota. Zjištěné hodnoty korelací mezi sedimentační hodnotou a bodovou hodnotou predikce pekařské jakosti a třídou pekařské jakosti jsou uvedeny v tab. V.

Získané hodnoty koeficientů korelace prokazují u testovaného úplného souboru 19 genotypů vysoce významný pozitivní korelační vztah mezi třídou pekařské jakosti a bodovou hodnotou predikce pekařské jakosti gliadinových markerů pekařské jakosti, resp. celkovou bodovou hodnotou součtu gliadinových a gluteninových markerů pekařské jakosti. Korelační vztah mezi třídou pekařské jakosti a predikční hodnotou gluteninových markerů pekařské jakosti je nižší, avšak statisticky významný.

Při použití užšího souboru 14 genotypů pšenice byly získány výhradně vysoce významné korelace mezi gliadinovými a gluteninovými markery pekařské jakosti, resp. mezi jejich bodovými hodnotami pekařské jakosti, a sedimentační

hodnotou i třídou pekařské jakosti. Současně byla prokázána vysoká korelace mezi hodnotami tříd pekařské jakosti a sedimentační hodnotou ($r = 0,89^{**}$), potvrzující spolehlivost sedimentačního testu jako kritéria pekařské jakosti.

VI. Bílkovinné ideotypy potravinářské pšenice, vyjádřené soubory alelických GLD a GLU bloků-markerů pekařské jakosti, zastoupených v hodnocených souborech s maximální četností - Protein ideotypes of bread wheat, characterized by sets of allelic gliadin and glutenin blocks - markers of baking quality, occurring in the evaluated sets with the maximum frequency

Blok ¹	GLD										GLU					
	1A	%	1B	%	1D	%	6A	%	6B	%	6D	%	1A	%	1B	%
A. Soubor československých odrůd, povolených v letech 1986 až 1989 - A set of Czechoslovak varieties certified in 1986-1989*																
Alely ²	2	35,3	3	38,2	1	32,3	1	70,6	1	82,3	2	47,1	0	47,1	7+9	52,9
	3	29,4	1	29,4	2	29,4	3	14,7	2	14,7	1	32,3	1	41,2	7	20,6
	4	14,7	4	26,5	5	26,5					N1	20,6	2*	11,8	6+8	17,6
B. Soubor sedmi odrůd, povolených v roce 1991, a dvanácti nových šlechtění, zkoušených ve SOZ v roce 1991 - A set of seven varieties certified in 1991 and twelve new breeds tested in state variety tests in 1991																
Alely	2	41,7	1	41,7	1	58,3	2	50,0	1	95,8	1	50,0	1	50,0	7+9	50,0
	3	16,7	3	33,3	2	16,7	1	29,2			7	29,2	0	50,0	7+8	22,7
	4	16,7	4	25,0	7	12,5										

¹block; ²alleles

*Analyzovány celkem 34 odrůdy a linie - Total analysed 34 varieties and lines

Na základě dosažených výsledků lze usuzovat, že použité predikční bodové hodnoty markerů pekařské jakosti, tj. alelických gliadinových a gluteninových bloků zón, zjišťovaných elektroforetickou analýzou, jsou vhodné a použitelné v současných programech šlechtění potravinářských pšenic. Svědčí o tom získané vysoce významné, resp. významné korelace mezi markerovací hodnotou gliadinových a gluteninových genů - markerů pekařské jakosti a vlastní pekařskou jakostí, vyjádřenou třídou pekařské jakosti, případně sedimentační hodnotou.

Použitelnost metody gliadinových a gluteninových markerů pekařské jakosti pro predikci pekařské jakosti a pro záměrnou konstrukci genotypů s vyšší pekařskou jakostí byla prokázána rovněž u souboru 143 nových odrůd a nových šlechtění pšenice ozimé bavorského a dolnorakouského původu, vyšlechtěných v odlišných agroekologických podmínkách (Č e r n ý et al., 1992).

Hodnotit pool gliadinových a gluteninových alel starších a současných odrůd pšenice obecně je možné pomocí maximální četnosti alel jednotlivých bílkovinných genů. Gliadinové geny a geny podjednotek gluteninů s VMH mohou markerovat

další významné hospodářské znaky a vlastnosti agronomické hodnoty i agroekologické zonality (S o z i n o v , 1985). Proto maximální četnosti gliadinových a gluteninových genů mohou poskytovat představu o bílkovinném ideotypu pšenice obecné, charakterizujícím celkovou agronomickou hodnotu odrůd.

Hlavní bílkovinné ideotypy starší československé odrůdové skladby pšenice obecné, analyzované elektroforeticky v letech 1986 až 1989 (Š a š e k et al., 1986, 1987a,b.; Č e r n ý et al., 1989) jsou porovnávány v tab. VI s bílkovinnými ideotypy odrůd, povolených v roce 1991, a nových šlechtění, zkoušených ve SOZ v roce 1991.

Hodnocení bílkovinných ideotypů, četností alel gliadinových a gluteninových lokusů, typických pro starší odrůdovou skladbu pšenice obecné a pro hodnocený soubor 19 současných genotypů pšenice prokazuje u nově konstituovaných genotypů vyšší zastoupení alel Gld 1B1 a Glu 1B7+8, markerujících vyšší pekařskou jakost. Vyšší četnost těchto alel odpovídá vyššímu zastoupení potravinářských pšenic v sortimentu povolených odrůd a zkoušených nových šlechtění a celkovému trendu šlechtění potravinářských odrůd s vyšší pekařskou hodnotou.

U hodnoceného souboru 19 nových genotypů se rovněž výrazně zvýšilo zastoupení alel Gld 1D7, Gld 6A2 a Gld 6D7. V ostatních gliadinových a gluteninových genech nedošlo k podstatným změnám v zastoupení jednotlivých alel, což souhlasí se zjištěnými výsledky korelační analýzy.

Literatura

- ČERNÝ, J. - ŠAŠEK, A. - KUBÁNEK, J. - MALÝ, J.: Elektroforetická spektra gliadinů a vysokomolekulárních gluteninů některých odrůd světového sortimentu pšenice obecné (*T. aestivum* L.). Potravní vědy, 7, 1989, s. 15-27.
- ČERNÝ, J. - ŠAŠEK, A. - KUBÁNEK, J. - SÝKOROVÁ, S.: Identifikace odrůd pšenice obecné souběžnou elektroforézou gliadinů a podjednotek gluteninů s vysokou molekulovou hmotností. Genet. a Šlecht., 25, 1989, s. 125-133.
- ČERNÝ, J. - ŠAŠEK, A. - ZIMMERMANN, G. - SEIBERT, L.: An evaluation of bavarian and lower austrian new varieties of winter wheat by means of genetic protein markers of baking quality. Scientia Agric. bohemoslov., 24, 1992, s. 113-123.
- LAEMMLI, V. K.: Cleavage of structural proteins during assembly of the head bacteriophage T4. Nature, 227, 1970, s. 680-685.
- MOONEN, J. H. E. - SCHEPPTRA, A. - GRAVELAND, A.: Use of the screening breeder's samples of wheat for bread-making quality. Euphytica, 31, 1982, s. 677-690.
- PAYNE, P. I.: Breeding for protein quantity and protein quality in seed crops. In: Breeding for proteins in seed crops. London 1983, s. 223-253.
- PAYNE, P. I. - HOLT, L. M. - LAW, C. H.: Structural and genetical studies of the HMW subunits of wheat glutenin. I. Allelic variation in subunits amongst varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.). Theor. appl. Genet., 60, 1981, s. 229-236.

SOBKO, T. A. - POPERELJA, F. A.: Častota z jakoju zustričajutsja aleli gliadinkodirujučich lokusiv u sortiv mjadgkoi pšenici. Visn. silskogospod. Nauki, 1986, s. 84-87.

SOZINOV, A. A.: Polimorfizm belkov i jego značenie v genetike i selekciji. Moskva, Nauka 1985.

ŠAŠEK, A. - ČERNÝ, J. - BRADOVÁ, J. - MALÝ, J.: Gliadinové a gluteninové genetické markery pšenice obecné. Rostl. Výr., 38, 1992, s. 757-764.

ŠAŠEK, A. - ČERNÝ, J. - SÝKOROVÁ, S. - KUBÁNEK, J.: Construction of wheat genotypes with higher baking quality by electrophoresis of gliadins and HMW subunits of glutenins. Scientia Agric. bohemoslov., 21, 1989, s. 171-176.

ŠAŠEK, A. - KUBÁNEK, J. - ČERNÝ, J.: Gliadin and glutenin polymorphism of some cultivars - populations of common wheat (*T. aestivum* L.). Scientia Agric. bohemoslov., 19, 1987, s. 93-100.

ŠAŠEK, A. - KUBÁNEK, J. - ČERNÝ, J. - HAUSER, K. - KRAUTOVÁ, E.: Electrophoretic characteristics of gliadins and HMW subunits of glutenins of perspective new varieties of common wheat. Scientia Agric. bohemoslov., 19, 1987, 3, s. 159-167.

ŠAŠEK, A. - KUBÁNEK, J. - ČERNÝ, J. - MALÝ, J. - PLOCEK, J.: Parallel effects of gliadin and glutenin markers during evaluation of baking quality in common wheat (*Triticum aestivum* L.). Scientia Agric. bohemoslov., 18, 1986, s. 87-95.

Státní odrůdové zkoušky - obiloviny 1991. Praha, ÚKZÚZ 1992

Došlo dne 24. 4. 1992

J. Černý, A. Šásek, J. Malý (University of Agriculture, Praha; Research Institute for Plant Production, Praha - Ruzyně; Central Checking and Testing Institut of Agriculture, Sedlec, Czechoslovakia)

Verifying the method of protein markers of common wheat baking quality by help of new genotypes tested in state variety tests in 1991

Suitability of the method of gliadin and glutenin markers was tested in Czechoslovak certified varieties and new breeds of wheat of domestic and foreign origin in 1977-1989. This method was proved to be suitable for the construction of transgressive hybrid lines, while increasing their baking quality.

The aim of the study was to verify the method of baking quality prediction on the basis of electrophoresis of gliadin and glutenin markers in a set of 19 recently released varieties and new breeds which were tested in state variety tests in 1991.

Bulk samples of the seed of S1 grade were used for electrophoretic analyses of gliadins and subunits of glutenins with HMW. Thirty randomly sampled seeds were used to determine gliadin composition and twelve seeds were sampled in each case to determine the composition of subunits of glutenins with HMW.

Electrophoretic spectra of gliadins were determined by a modified method of vertical electrophoresis in starch gel columns with Al-lactate buffer. A modified system of vertical discontinuous electrophoresis in polyacrylamide gel in the presence of SDS was used to test the electrophoretic spectra of subunits of glutenins with HMW. The electrophoretic spectra were examined for single allelic blocks of zones according to the published catalogues of allelic blocks of both types of used protein markers.

Correlation relations were studied between the predictive score values of single allelic gliadin and glutenin blocks - markers of baking quality and the sedimentation value, and/or baking quality grade (TSW, volume weight, crude protein content, yield of proteins, wet gluten content, gluten swelling, sedimentation and viscose tests and glassy endosperm). Statistically significant positive correlations were observed between the total score of baking quality prediction from gliadin genes and subunits of glutenins with HMW and the sedimentation value and/or baking quality grade. Hence it can be concluded that the determined predictive score values of baking quality markers - single allelic gliadin and glutenin blocks obtained by electrophoretic analyses, can be used in today's bread wheat breeding programmes.

At the same time, electrophoretic protein ideotypes of some older Czechoslovak varieties of common wheat and ideotypes of new varieties and new breeds tested in state variety tests in 1991 were determined and studied.

The presence of the alleles Gld 1B1 and Glu 1B7+8, marking the higher baking quality increases in newly constituted genotypes. This is in agreement with wheat breeding trends for higher baking quality.

Triticum aestivum L.; electrophoresis; gliadins; glutenins; sedimentation with SDS; prediction of baking quality; protein ideotypes

ZAHAJUJETE ŘEŠENÍ NOVÉHO VÝZKUMNÉHO ÚKOLU?

Potom budete zcela jistě potřebovat nejnovější domácí i zahraniční informace o stavu vědy a výzkumu v oblastí, kterou se zabýváte.

**Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
oddělení informačních systémů Vám nabízí:**

Rešerše z mezinárodního informačního systému AGRIS. Báze dat AGRIS obsahuje téměř 2 000 000 záznamů z oblasti zemědělství, potravinářství a lesnictví s retrospektivou od roku 1975.

Retrospektivní rešerše jsou zpracovávány z kompaktních disků. Při formulaci dotazu mohou být kromě tematického zaměření zohledněny i další specifické požadavky uživatele (jazyk dokumentu, autor, země původu ap.). Doba dodání rešerše je jeden týden po obdržení objednávky. V případě zájmu se uživatel může zpracování zúčastnit osobně a upřesňovat v průběhu vyhledávání svůj dotaz. Rešerše jsou dodávány tištěné nebo na disketách.

Průběžné rešerše jsou zpracovávány na základě trvalé objednávky a pečlivě odladěného dotazu. Na požádání uživatelů je možné provádět v zadání potřebné změny. Rešerše jsou dodávány uživatelům jednou měsíčně v tištěné formě.

Rešerše ze zahraničníchází dat. Nabízíme zpracování retrospektivních rešerší z více než 500ází dat, uložených v databázových centrech v Evropě i v USA. Databázová centra zpřístupňují dokumentografické i faktografické informace, statistické a ekonomické údaje a informace o zahraničních firmách. Rešerše jsou dodávány tištěné nebo na disketách.

Veškeré informace Vám poskytne a Vaše objednávky přijme:

**Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
oddělení informačních systémů
120 56 Praha 2, Slezská 7
(metro A, stanice nám. Míru)**

**tel.: 25 14 21, 25 74 75, 25 75 41/274, 276, 340
fax: 25 70 90**

FOTOCHEMICKÁ AKTIVITA CHLOROPLASTŮ RŮZNÝCH GENOTYPŮ CUKROVKY (*BETA VULGARIS* L.)

Marie KOČOVÁ

Přírodovědecká fakulta UK, Viničná 5, 128 00 Praha 2

U jedenácti hybridních kombinací cukrovky (*Beta vulgaris* L.) byla měřena fotochemická aktivita izolovaných chloroplastů (AHR) jako součást komplexní analýzy vybraných fotosyntetických charakteristik listů. Byl testován rovněž efekt komplementace ve směsích chloroplastů příslušných rodičovských genotypů. Pro cukrovku byly charakteristické poměrně vysoké hodnoty AHR ve srovnání s jinými rostlinnými druhy, což se projevilo zvláště v prvním pokusném roce. Maximálních hodnot dosahovala opakovaně víceklíčková odrůda Dobrovická A (DA), která patří řadu let k našim výnosově nejvýkonnějším odrůdám a je zařazována do křížení jako otcovská komponenta. Podle srovnávacího měření AHR se v generaci F₁ nejčastěji projevovала neúplná negativní dominance. Pozitivní dominance byla méně častá a zřídka byla pozorována i pozitivní a negativní heteróze. Statisticky významná pozitivní heteróze ani komplementace však nebyla zjištěna ani u jedné z hybridních kombinací. Pouze F₁ hybrid 80046 x DA a příslušná směs chloroplastů vykazovaly opakovaně vyšší aktivity ve srovnání s průměrem rodičů, ovšem rozdíly nebyly statisticky průkazné. Z výsledků dále vyplynula potřeba individuálního rozboru odrůdy DA, jejíž široká vnitroodrůdová proměnlivost by mohla být s výhodou využita v dalších šlechtitelských programech.

Beta vulgaris L.; fotochemická aktivita izolovaných chloroplastů; genetická analýza; heteróze; komplementace

Komplexní analýza dílčích charakteristik, které se mohou podílet na utváření výnosu, je předpokladem pro volbu vhodných a účinných postupů k dosažení žádaného šlechtitelského cíle. Fotosyntéza zaujímá v tomto směru nezastupitelné místo a poznání mechanismů dědičnosti tohoto komplexního znaku je proto z hlediska dlouhodobých šlechtitelských programů žádoucí. Detailní genetická analýza fotosyntetické aktivity listů a některých dílčích charakteristik tohoto komplexního znaku, prováděná v rámci dlouhodobého výzkumného programu na našem pracovišti, přinesla již řadu významných výsledků (Avratovšćuková, 1967, 1973; Makovec 1973; Avratovšćuková, Fousová, 1975; Avratovšćuková, Kočová, 1986). Zhodnocení fotosyntetických charakteristik listů u cukrovky vyplynulo z potřeb šlechtitelské praxe a bylo součástí komplexní analýzy produkčně významných znaků této plodiny.

Fotochemická aktivita izolovaných chloroplastů, posuzovaná podle aktivity Hillovy reakce (AHR), byla vybrána jako významná dílčí složka fotosyntetické aktivity listů.

Srovnávací měření fotochemické aktivity chloroplastů bylo zaměřeno především na posouzení vztahů mezi výchozími rodičovskými genotypy a F_1 hybridy. U většiny testovaných hybridních kombinací se jako otcovská komponenta uplatňovala vysoce výkonná víceklíčková odrůda Dobrovická A, která slouží jako standard ve zkouškách výkonu. Zajímalo nás proto rovněž porovnání fotosyntetických charakteristik jednotlivých genotypů s hodnotami získanými u této odrůdy.

Kromě toho jsme testovali, zda se u studovaných hybridních kombinací uplatňuje efekt komplementace chloroplastů výchozích rodičovských komponent, který u mitochondrií cukrovky potvrdili D o n n e y et al. (1972) a mnozí další autoři jej popsali u mitochondrií i chloroplastů jiných rostlinných druhů (M c D a n i e l, S a r k i s s i a n, 1966; S a r k i s s i a n, S r i v a s t a v a, 1967; S á g i et al., 1976; L i et al., 1978; O v č i n n i k o v a, J a k o v l e v, 1978 aj.). Využití efektu komplementace pro predikci heteróze v generaci F_1 bylo v literatuře mnohokrát diskutováno (Z o b l et al., 1972; S i n h a, K h a n n a, 1975; R o d g e r s, 1976; S r i v a s t a v a, 1983). Z literárních údajů i našich výsledků vyplývá, že vztahy mezi jednotlivými srovnávanými variantami u různých druhů, s ohledem na projev komplementace, nejsou jednoznačné. K pozitivní komplementaci, která se projevuje zvýšením aktivity ve směsi rodičovských organel ve srovnání s průměrem aktivit příslušných rodičů, dochází pouze za určitých okolností u takových hybridních kombinací, které se vyznačují výraznou pozitivní heterózou ve fotosyntetických i výnosových charakteristikách.

Jak se v průběhu práce s cukrovkou ukázalo, pohybují se hodnoty fotochemické aktivity chloroplastů i ostatních fotosyntetických charakteristik u F_1 hybridů obvykle na úrovni průměru hodnot rodičovských genotypů a proto nelze očekávat pozitivní efekt ani pokud jde o komplementaci. To bylo také experimentálně potvrzeno.

Provedené srovnávací měření fotosyntetických charakteristik listů cukrovky přineslo řadu poznatků u dalšího hospodářsky významného druhu, které lze prakticky využít.

MATERIÁL A METODY

Veškerý semenný materiál pro srovnávací měření fotosyntetických charakteristik listů jsme získali z Výzkumného a šlechtitelského ústavu řepařského v Semčicích. Jednalo se o rozsáhlejší soubor rodičovských genotypů

a kříženců, u něhož byla v průběhu let 1984 až 1986 prováděna genetická analýza fotosyntetické aktivity terčků (FAT), fotochemické aktivity izolovaných chloroplastů (AHR) a obsahu chlorofylu. Pro srovnávací měření AHR byly vybrány následující genotypy, které byly rozděleny do pokusných souborů I, II, A, B:

Soubor I (1984-1985)		Soubor II (1985)	
rodičovské genotypy	kříženci	rodičovské genotypy	kříženci
DA		DA	
47000	47000 x DA	41000	41000 x DA
80045	80045 x DA	47000	47000 x DA
80046	80046 x DA	82415	82415 x DA
Vt			
82041	82041 x Vt		

Soubor A (1986)		Soubor B (1986)	
rodičovské genotypy	kříženci	rodičovské genotypy	kříženci
DA		DA, DC	
41000	41000 x DA	82417	82417 x DA
12001	12001 x DA	82404	82404 x DC
12004	12004 x DA	10010	10010 x DC

U většiny hybridních kombinací byla jako otcovská komponenta použita víceklíčková odrůda Dobrovická A (DA), která patří řadu let k našim nejvýkonnějším odrůdám pokud jde o výnos kořene, výnos cukru, výnos rafinády a cukernatost. U jedné kombinace byl použit virově tolerantní opylovač Vt a u dvou kombinací víceklíčková cukernatá odrůda Dobrovická C (DC). Podle údajů pracovníků VŠÚŘ v Semčicích byly jen ojediněle výnosové parametry ostatních rodičovských genotypů vyšší než u odrůd DA nebo DC. Pokud jde o F₁ generaci, převyšovaly odrůdu DA v uvedených výnosových parametrech kříženci 82041 x Vt, 12004 x DA, 41000 x DA. Rozdíly byly však většinou poměrně malé, nebo se netýkaly všech parametrů.

Semena byla vysévána ve druhé polovině dubna, rostliny byly vyjednoceny a pěstovány ve sponu 45 x 20 cm za použití běžných agrotechnických zásahů na pokusných pozemcích genetické zahrady PFF UK v Praze. Pro srovnávací měření fotochemické aktivity izolovaných chloroplastů byly odebírány vzorky pletiva z plně vyvinutých listů s maximální fotosyntetickou účinností. Byl to obvykle 11. až 12. list genetické spirály a celkem byly odebírány listy z 12 rostlin daného genotypu.

Izolace chloroplastů a měření jejich aktivity jsou časově náročné a je nutné dbát na to, aby byl zvolený postup zatížen co nejmenší metodickou chybou a získané hodnoty byly srovnatelné a spolehlivé charakterizovaly jednotlivé genotypy. Aktivita chloroplastů značně kolísá během dne i v různých dnech měření. Její hodnoty závisí na ontogenetické fázi rostliny a faktorech prostředí, kterým jsou rostliny vystaveny. Byly zjištěny rozdíly v aktivitě chloroplastů izolovaných z různých listů téže rostliny i z různých míst téhož listu. Uvedené rozdíly pramení z nedědičné složky proměnlivosti AHR a je nutné je při měření omezit na minimum. Metodickými pokusy jsme ověřili, že postup, který jsme rozpracovali a běžně používali pro srovnávací měření a genetickou analýzu fotochemické aktivity chloroplastů u různého rostlinného materiálu, je vhodný i pro cukrovku (K o č o v á , 1986). Chloroplasty byly izolovány z homogenátu listového pletiva v 0,4M sacharóze a 0,05M Tris-pufru (pH = 7,0) a po přefiltrování usazeny 10min centrifugací při 1000 g. Usazené chloroplasty byly resuspendovány v malém objemu media (0,4M sacharóza, 0,05M Tris-pufr, 40% glycerin, pH = 7,0) a uloženy ve tmě a chladu do zahájení měření. Dodržení nízké teploty (0-4 °C) během izolace i při skladování suspenze je nutnou podmínkou získání chloroplastů s maximální aktivitou. Obsah chlorofylu byl stanoven spektrofotometricky v 80% acetonu (A r n o n , 1949). Fotochemickou aktivitu izolovaných chloroplastů jsme posuzovali podle aktivity Hillovy reakce (AHR), která představuje fotosyntetické uvolňování kyslíku za současné redukce přidaného akceptoru elektronů (0,007M ferrikyanid draselný). Změny koncentrace kyslíku jsme měřili polarografickou metodou založenou na stanovení produkce kyslíku kyslíkovou elektrodou po přidání akceptoru elektronů a osvětlení suspenze chloroplastů (150 W/m²) v uzavřené komůrce za konstantní teploty (25 °C). Schéma a detailní popis aparatury uvádějí B a r t o š et al. (1975). Hodnoty AHR jsme vztahovali na jednotku obsahu chlorofylu a vyjadřovali v mmol O₂ na 1 kg chlorofylu za sekundu.

Srovnávací měření jsme prováděli vždy u výchozích rodičovských genotypů, F₁ hybridů a směsí chloroplastů, připravených společnou izolací chloroplastů ze stejného hmotnostního množství asimilačního pletiva příslušných rodičovských genotypů. Měření jsme opakovali pětikrát až šestkrát v průběhu vegetace, vždy s odstupem několika dnů. Výsledky jsme hodnotili analýzou rozptylu (dvojnásobné třídění bez interakcí) a průkaznost rozdílů mezi jednotlivými variantami jsme určovali metodou mnohonásobného srovnání (A n d ě l , 1978).

VÝSLEDKY a DISKUSE

V roce 1984 byla měřena AHR u čtyř vybraných hybridních kombinací souboru I; ve třech kombinacích byla otcovskou komponentou odrůda DA. U všech genotypů jsme

zjistili poměrně vysoké hodnoty AHR, přičemž nejvyšší hodnoty vykazovala odrůda DA, F₁ hybrid 80046 x DA a 82041 x Vt. Naproti tomu nízké hodnoty AHR byly zjištěny u mateřských jednoklíčkových genotypů 47000, 80045 a 80046 (tab. I). V následujícím roce byl znovu testován soubor genotypů I (tab. II) a současně soubor II (tab. III), který kromě dvou nových hybridních kombinací zahrnoval i kombinaci 47000 x DA ze souboru I, která byla zařazena opakovaně z metodických důvodů. Ve srovnání s předcházející sezónou jsme u všech genotypů zjistili nižší hodnoty AHR. Mezi nejvýkonnější však i v tomto roce patřila odrůda DA, což bylo zvláště výrazné u souboru II (tab. III). U souboru I dosahoval nejvyšších hodnot opět F₁ hybrid 80046 x DA, odrůda DA, ale rovněž mateřská komponenta 47000, která však v předcházející sezóně i v souboru II patřila mezi genotypy s nejnižší aktivitou. Nízké hodnoty AHR byly stejně jako v roce 1984 zjištěny u genotypů 80045 a 80046 a u mateřské komponenty 41000. U ostatních genotypů obou souborů byly rozdíly v hodnotách AHR méně výrazné. Vztahy mezi jednotlivými genotypy souboru I hodnocené v obou pokusných sezónách zůstaly, s výjimkou již zmíněné kombinace 47000 x DA, v podstatě zachovány (tab. I a II).

I. Hodnoty AHR v mmol (O₂) kg⁻¹ (chl) s⁻¹ a procenta průměru rodičů u genotypů souboru I v roce 1984 - HRA values in mol (O₂) kg⁻¹ (chl) s⁻¹ and the percentage of the mid-parent value of genotypes in set I in 1984

	9.7.	11.7.	16.7.	23.7.	30.7.	$\bar{x}$	% (P ₁ +P ₂)/2
DA	74,37	52,83	83,99	81,95	64,00	71,43	
47000	58,52	49,90	60,95	70,26	56,91	59,31	
47000 x DA	60,68	57,84	60,37	68,76	75,34	64,60	98,82
S _L	66,98	56,17	76,70	76,98	69,56	69,28	105,98
DA	74,37	52,83	83,12	80,33	65,63	71,26	
80045	59,42	60,55	52,78	69,11	60,40	60,45	
80045 x DA	66,44	46,77	70,58	66,33	75,01	65,03	98,75
S _L	59,42	58,46	67,37	65,17	81,55	66,39	100,81
DA	74,37	52,83	86,32	83,11	65,42	72,41	
80046	59,28	53,45	65,91	65,63	58,88	60,63	
80046 x DA	65,90	61,18	90,70	75,13	81,88	74,96	112,69
S _L	61,58	59,09	79,03	77,67	79,59	71,39	107,32
82041	56,90	60,13	58,91	61,93	72,62	62,10	
Vt	55,10	56,38	67,37	74,78	79,48	66,62	
82041 X Vt	66,26	66,61	90,11	51,63	78,50	70,62	109,73
S _L	54,02	62,02	58,03	67,37	68,04	61,90	96,18

II. Hodnoty AHR v $\text{mmol (O}_2\text{) kg}^{-1} (\text{chl}) \text{ s}^{-1}$ a procenta průměru rodičů u genotypů souboru I v roce 1985 - HRA values in $\text{mol (O}_2\text{) kg}^{-1} (\text{chl}) \text{ s}^{-1}$ and the percentage of the mid-parent value of genotypes in set I in 1984

	1.7.	4.7.	8.7.	11.7.	15.7.	23.7.	$\bar{x}$	$\%(P_1+P_2)/2$
DA	43,77	48,36	45,57	32,02	44,27	32,71	41,12	
47000	51,60	43,17	43,18	42,83	44,78	36,54	43,68	
47000 x DA	48,33	45,35	37,69	38,89	39,64	40,66	41,76	98,49
S_L	46,71	48,63	44,72	45,62	47,07	35,06	44,64	105,28
DA	43,73	48,36	45,57	32,02	44,27	32,71	41,12	
80045	38,41	36,06	35,65	30,15	37,53	33,88	35,28	
80045 x DA	48,44	53,27	43,88	35,18	37,31	37,35	42,57	111,44
S_L	41,37	42,07	37,13	33,43	40,07	32,12	37,70	98,69
DA	43,73	48,36	45,57	32,02	44,27	32,71	41,12	
80046	39,28	38,52	37,97	35,18	33,71	30,94	35,93	
80046 x DA	43,74	47,81	41,91	43,70	44,95	38,31	43,40	112,65
S_L	40,23	43,71	39,94	49,82	42,40	33,59	41,62	108,03
82041	44,27	45,49	36,85	37,41	34,35	35,95	39,05	
Vt	51,12	53,44	35,23	39,55	42,19	33,30	42,47	
82041 x Vt	48,96	44,26	43,32	39,77	36,47	35,95	41,46	101,72
S_L	50,93	45,63	35,72	38,68	32,86	33,00	39,47	96,84

III. Hodnoty AHR v $\text{mmol (O}_2\text{) kg}^{-1} (\text{chl}) \text{ s}^{-1}$ a procenta průměru rodičů u genotypů souboru II v roce 1985 - HRA values in $\text{mmol (O}_2\text{) kg}^{-1} (\text{chl}) \text{ s}^{-1}$ and the percentage of the mid-parent value of genotypes in set II in 1985

	5.7.	9.7.	12.7.	16.7.	22.7.	24.7.	$\bar{x}$	$\%(P_1+P_2)/2$
DA	47,14	50,98	36,49	47,49	39,45	33,47	42,50	
41000	35,44	35,97	36,70	39,22	35,69	30,51	35,59	
41000 x DA	40,71	44,75	33,30	42,41	33,18	35,24	38,27	98,02
S_L	44,24	42,70	44,74	38,59	35,38	36,43	40,35	103,34
DA	47,14	50,98	36,49	47,49	39,45	33,47	42,50	
47000	36,00	34,84	41,92	39,65	34,75	31,69	36,48	
47000 x DA	38,49	35,41	34,40	32,65	32,24	33,47	34,44	87,21
S_L	36,97	37,11	40,39	43,25	34,75	37,02	38,25	96,86
DA	47,14	50,98	36,49	47,49	39,45	33,47	42,50	
82415	43,62	39,09	37,36	43,72	37,26	36,65	39,62	
82415 x DA	39,25	45,31	37,35	40,28	38,51	28,14	38,14	92,89
S_L	42,79	44,40	40,83	44,10	36,00	35,54	40,61	98,90

IV. Hodnoty AHR v $\text{mmol (O}_2\text{) kg}^{-1}(\text{chl})\text{s}^{-1}$ a procenta průměru rodičů u genotypů souboru A v roce 1986 - HRA values in $\text{mol (O}_2\text{) kg}^{-1}(\text{chl})\text{s}^{-1}$ and the percentage of the mid-parent value of genotypes in set A in 1986

	7.7.	9.7.	11.7.	15.7.	18.7.	22.7.	$\bar{x}$	$\%(P_1+P_2)/2$
DA	40,49	45,87	39,58	47,27	45,05	43,14	43,56	
41000	39,24	40,48	41,57	40,83	38,20	44,00	40,72	
41000 x DA	41,60	47,46	50,45	44,96	39,48	48,78	45,45	107,85
S_L	43,35	37,97	47,07	40,58	49,26	47,70	44,32	105,17
DA	40,49	45,87	39,58	47,27	45,05	43,14	43,56	
12001	34,63	36,46	36,98	31,97	41,06	37,06	35,36	
12001 x DA	31,21	37,94	37,92	45,35	37,72	41,28	38,57	97,74
S_L	36,32	36,10	38,91	37,40	40,34	38,06	37,85	95,92
DA	40,49	45,87	39,58	47,27	45,05	43,14	43,56	
12004	33,77	45,69	45,08	36,22	34,47	40,25	39,24	
12004 x DA	32,96	33,76	44,48	41,54	44,72	43,60	40,17	97,03
S_L	39,44	46,70	36,97	41,72	43,40	38,00	41,04	99,13

V. Hodnoty AHR v $\text{mmol (O}_2\text{) kg}^{-1}(\text{chl})\text{s}^{-1}$ a procenta průměru rodičů u genotypů souboru B v roce 1986 - HRA values in $\text{mmol (O}_2\text{) kg}^{-1}(\text{chl})\text{s}^{-1}$ and the percentage of the mid-parent value of genotypes in set B in 1986

	8.7.	10.7.	14.7.	17.7.	21.7.	23.7.	$\bar{x}$	$\%(P_1+P_2)/2$
DA	40,67	38,93	55,52	-	43,69	46,80	45,10	
82417	43,83	48,81	45,00	-	46,52	52,77	47,38	
82417 x DA	40,96	35,77	45,01	-	42,70	49,63	42,81	92,58
S_L	46,63	31,23	47,23	-	42,98	52,32	44,07	95,31
DC	39,38	33,42	42,39	45,74	47,40	44,05	42,06	
82404	38,77	40,43	40,00	48,46	44,26	51,06	45,49	
82404 x DC	43,79	37,42	44,96	34,99	37,79	48,26	41,20	94,12
S_L	39,11	37,23	40,53	45,59	36,84	47,18	41,08	93,84
DC	39,38	33,42	42,39	45,74	47,40	44,05	42,06	
10010	33,97	31,75	34,69	38,57	37,36	47,37	37,28	
10010 x DC	37,17	33,27	43,08	45,32	39,45	43,79	40,34	101,69
S_L	32,63	33,72	39,23	38,59	34,80	41,24	36,70	92,51

Ze statistického hodnocení výsledků vyplynulo, že na proměnlivosti hodnot AHR se podílely jednotlivé genotypy a také dny, v nichž byly pokusy prováděny (tab. VI až XIV). Zvláště v roce 1984, kdy byly hodnoty AHR velmi vysoké, se projevila značná variabilita hodnot v jednotlivých pokusných dnech, na níž se zřejmě podílely i značné rozdíly v AHR uvnitř hodnocených souborů rostlin, což jsme si podzěji ověřili individuálním rozbořem odrůdy DA. U některých hybridních kombinací byly rozdíly mezi genotypy statisticky neprůkazné i přesto, že dosahovaly až 17 % (tab. VI až XIV). To platí i v případě odrůdy DA, která patří mezi genotypy s vysokými hodnotami AHR, a přesto se rozdíly, ve srovnání s genotypy s nízkou aktivitou, pohybovaly většinou jen na hranici průkaznosti (tab. VII, VIII, X, XI, XIII, XIV).

VI. Výsledky analýzy rozptylu pro hodnoty AHR u hybridních kombinací souboru I v roce 1984 - The results of analysis of variance for HRA values in hybrid combinations of set I in 1984

Složky proměnlivosti ¹	47000 x DA		80045 x DA		80046 x DA		82041 x Vt	
	N	F	N	F	N	F	N	F
Genotypy ²	3	3,71*	3	1,40	3	5,15*	3	1,12
Dny ³	4	5,97*	4	2,48	4	8,80*	4	2,18
Reziduální ⁴	12		12		12		12	
Celkový ⁵	19		19		19		19	

$$F_{3,12(0,05)} = 3,49$$

$$F_{4,12(0,05)} = 3,26$$

Holds for Tables VI, IX, XII, XV and XVII:

¹components of variation; ²genotypes; ³days; ⁴residual; ⁵total

VII. Průkaznost rozdílů průměrů jednotlivých variant u hybridní kombinace 47000 x DA - Significance of differences in the means of particular variants in the hybrid combination 47000 x DA

	$\bar{x}$	47000	F_1	S_L	$(P_1+P_2)/2$
DA	71,43	12,12	6,83	2,15	
47000	59,31		5,29	9,97	
F_1	64,60			4,68	0,77
S_L	69,28				3,91

$$F_{(0,05)} = 12,78$$

$$S_{(0,05)} = 11,07$$

VIII. Průkaznost rozdílů průměrů jednotlivých variant u hybridní kombinace 80046 x DA - Significance of differences in the means of particular variants in the hybrid combination 80046 x DA

	$\bar{x}$	80046	F ₁	S _L	(P ₁ +P ₂)/2
DA	72,41	11,78	2,55	1,02	
80046	60,63		14,33 ⁺	10,76	
F ₁	74,96			3,57	8,44
S _L	71,39				4,87

$$F_{(0,05)} = 12,76$$

$$S_{(0,05)} = 11,05$$

U žádného z F₁ hybridů a směsných vzorků chloroplastů se hodnoty AHR průkazně nelišily od průměru hodnot příslušných rodičovských genotypů. U kombinace 80046 x DA jsme sice opakovaně zjistili vyšší aktivitu F₁ hybridu i směsi chloroplastů ve srovnání s průměrem rodičů, ovšem rozdíly nebyly statisticky průkazné. F₁ hybrid se průkazně lišil pouze od mateřské komponenty 80046, a to v obou pokusných sezónách (tab. VIII a XI). Rovněž F₁ hybrid 80045 x DA vykazoval vyšší aktivitu než odpovídalo průměru rodičovských komponent, ovšem pouze v roce 1985. Obdobně jako u kombinace 80046 x DA byl však statisticky průkazný rozdíl zjištěn pouze mezi aktivitou F₁ hybridu a mateřskou komponentou 80045. Aktivita směsi chloroplastů se u této kombinace od průměru rodičů rovněž nelišila (tab. X). F₁ hybrid 82041 x Vt se vyznačoval vyšší aktivitou ve srovnání s průměrem rodičů pouze v prvním pokusném roce (tab. I a II). Rozdíly mezi genotypy nebyly však u této hybridní kombinace ani v jednom roce statisticky průkazné (tab. VI a IX). Také u ostatních hybridních kombinací obou testovaných souborů byly rozdíly mezi jednotlivými variantami průkazné pouze výjimečně. Hodnoty AHR F₁ hybridů a směsných vzorků chloroplastů se pohybovaly v průměru nebo dokonce pod průměrem příslušných rodičovských genotypů (tab. VI až XIV).

IX. Výsledky analýzy rozptylu pro hodnoty AHR u hybridních kombinací souboru I v roce 1985 - The results of analysis of variance for HRA values in hybrid combinations of set I in 1985

Složky proměnlivosti	47000 x DA		80045 x DA		80046 x DA		82041 x Vt	
	N	F	N	F	N	F	N	F
Genotypy	3	1,16	3	6,14 ⁺	3	4,00 ⁺	3	1,69
Dny	5	5,45 ⁺	5	8,92 ⁺	5	3,29 ⁺	5	15,09 ⁺
Reziduální	15		15		15		15	
Celkový	23		23		23		23	

$$F_{3,15(0,05)} = 3,29$$

$$F_{5,15(0,05)} = 2,90$$

X. Průkaznost rozdílů průměrů jednotlivých variant u hybridní kombinace 80045 x DA - Significance of differences in the means of particular variants in the hybrid combination 80045 x DA

	$\bar{x}$	80045	F_1	S_L	$(P_1+P_2)/2$
DA	41,12	5,84	1,45	3,42	
80045	35,28		7,26*	2,42	
F_1	42,57			4,87	4,37
S_L	37,70				0,50

$$F_{(0,05)} = 5,92$$

$$S_{(0,05)} = 5,13$$

XI. Průkaznost rozdílů průměrů jednotlivých variant u hybridní kombinace 80046 x DA - Significance of differences in the means of particular variants in the hybrid combination 80046 x DA

	$\bar{x}$	80046	F_1	S_L	$(P_1+P_2)/2$
DA	41,12	5,19	2,28	0,50	
80046	35,93		7,47*	5,69	
F_1	43,40			1,78	4,88
S_L	41,62				3,10

$$F_{(0,05)} = 7,13$$

$$S_{(0,05)} = 6,17$$

XII. Výsledky analýzy rozptylu pro hodnoty AHR u hybridních kombinací souboru II - The results of analysis of variance for HRA values in hybrid combinations of set II

Složky proměnlivosti	41000 x DA		47000 x DA		82415 x DA	
	N	F	N	F	N	F
Genotypy	3	4,02*	3	4,43*	3	2,34
Dny	5	4,59*	5	1,86	5	9,42*
Reziduální	15		15		15	
Celkový	23		23		23	

$$F_{3,15(0,05)} = 3,29$$

$$F_{5,15(0,05)} = 2,90$$

Obdobné závislosti byly zjištěny rovněž u genotypů souboru A a B (tab. IV a V). U čtyř ze šesti hybridních kombinací byly rozdíly mezi genotypy tak malé, že nebyly statisticky průkazné (tab. XV a XVII). Pouze u dvou kombinací byly zjištěny průkazné rozdíly jednak mezi rodičovskými genotypy (u kombinace 12001 x DA) a jednak mezi směsí chloroplastů a otcovskou komponentou (u kombinací 12001

x DA a 10010 x DC). Vždy se jednalo o průkazně vyšší aktivitu otcovské komponenty. Aktivita F_1 hybridů se pohybovala v průměru příslušných rodičovských genotypů a rovněž u směsí chloroplastů nebyly rozdíly ve srovnání s průměrem rodičů statisticky průkazné (tab. XVI a XVIII). Nejvyšší hodnoty AHR vykazovaly kromě odrůdy DA genotypy 82417, 82404 a F_1 hybrid 41000 x DA a nejnižší byly zjištěny u genotypů 12001 a 10010 (tab. IV a V).

XIII. Průkaznost rozdílů průměrů jednotlivých variant u hybridní kombinace 41000 x DA - Significance of differences in the means of particular variants in the hybrid combination 41000 x DA

	$\bar{x}$	41000	F_1	S_L	$(P_1+P_2)/2$
DA	42,50	6,91 ⁺	4,23	2,15	
41000	35,59		2,68	4,76	
F_1	38,27			2,08	0,78
S_L	40,35				1,31

$$F(0,05) = 6,54$$

$$S(0,05) = 5,66$$

XIV. Průkaznost rozdílů průměrů jednotlivých variant u hybridní kombinace 47000 x DA - Significance of differences in the means of particular variants in the hybrid combination 47000 x DA

	$\bar{x}$	47000	F_1	S_L	$(P_1+P_2)/2$
DA	42,50	6,02	8,06 ⁺	4,25	
47000	36,48		2,04	1,77	
F_1	34,44			3,81	5,05
S_L	38,25				1,24

$$F(0,05) = 7,24$$

$$S(0,05) = 6,27$$

Z výsledků srovnávacího měření fotochemické aktivity izolovaných chloroplastů u vybraných hybridních kombinací cukrovky plynulo, že u kříženců F_1 generace se nejčastěji projevuje neúplná negativní dominance v AHR. Pozitivní dominance byla méně častá a výjimečně byla pozorována pozitivní i negativní heteróze. Ve všech případech se však jednalo o statisticky neprůkazné rozdíly. Stejně výsledky byly zjištěny i pokud jde o komplementaci chloroplastů výchozích rodičovských genotypů. Ani u jedné ze studovaných hybridních kombinací nebyla zjištěna statisticky průkazná komplementace a hodnoty AHR se většinou pohybovaly v průměru výchozích rodičovských genotypů.

XV. Výsledky analýzy rozptylu pro hodnoty AHR u hybridních kombinací souboru A - The results of analysis of variance for HRA values in hybrid combinations of set A

Složky proměnlivosti	41000 x DA		12001 x DA		12004 x DA	
	N	F	N	F	N	F
Genotypy	3	1,80	3	6,32 ⁺	3	1,03
Dny	5	0,77	5	1,62	5	0,98
Reziduální	15		15		15	
Celkový	23		23		23	

$$F_{3,15(0,05)} = 3,29$$

$$F_{5,15(0,05)} = 2,90$$

XVI. Průkaznost rozdílů průměrů jednotlivých variant u hybridní kombinace 12001 x DA - Significance of differences in the means of particular variants in the hybrid combination 12001 x DA

	$\bar{x}$	12001	F_1	S_L	$(P_1+P_2)/2$
DA	43,56	8,29 ⁺	4,99	5,71 ⁺	
12001	35,36		3,21	2,49	
F_1	38,57			0,72	0,89
S_L	37,85				1,61

$$F_{(0,05)} = 5,52$$

$$S_{(0,05)} = 4,78$$

Jak bylo již uvedeno výše, fotochemická aktivita izolovaných chloroplastů byla pouze jednou z hodnocených charakteristik fotosyntetického aparátu cukrovky. Současně byla hodnocena také fotosyntetická aktivita listů, obsah chlorofylu a specifická hmotnost listové čepele a zjišťovány vzájemné korelační vztahy těchto charakteristik (A v r a t o v š ě k o v á, K o č o v á, 1987). Tato měření ukázala, že pro cukrovku jsou typické poměrně vysoké hodnoty FAT a AHR při relativně nízkých obsazích chlorofylu. Projevuje se však u ní značná heterogenita asimilačního pletiva uvnitř hodnocených souborů, což je příčinou vysoké fenotypové proměnlivosti hodnot studovaných fotosyntetických charakteristik listů. Vztah mezi výnosovými charakteristikami i mezi jednotlivými fotosyntetickými charakteristikami není jednoznačný. Pouze u odrůdy DA byla opakovaně potvrzena pozitivní korelace mezi FAT, AHR a výnosem. Fotosynteticky účinnější odrůdy než odrůda DA byly zjištěny pouze ojediněle.

XVII. Výsledky analýzy rozptylu pro hodnoty AHR u hybridních kombinací souboru B - The results of analysis of variance for HRA values in hybrid combinations of set B

Složky proměnlivosti	82417 x DA		82404 x DC		10010 x DC	
	N	F	N	F	N	F
Genotypy	3	0,93	3	0,61	3	5,09*
Dny	4	4,18*	5	3,12*	5	8,67*
Reziduální	12		15		15	
Celkový	19		23		23	

$$F_{3,12}(0,05) = 3,49; F_{3,15}(0,15) = 3,29$$

$$F_{4,12}(0,05) = 3,26; F_{5,15}(0,05) = 2,90$$

XVIII. Průkaznost rozdílů průměrů jednotlivých variant u hybridní kombinace 10010 x DC - Significance of differences in the means of particular variants in the hybrid combination 10010 x DC

	$\bar{x}$	10010	F_1	S_L	$(P_1+P_2)/2$
DC	42,06	4,78	1,72	5,36*	
10010	37,28		3,06	0,58	
F_1	40,34			3,64	0,67
S_2	36,70				2,97

$$F_{(0,05)} = 5,01; S_{(0,05)} = 4,34$$

Vysvětlivky k tabulkám - Explanatory notes to the tables:

$F_{A,B(0,05)}$ = kritická hodnota Fischerova F -rozdělení pro příslušný počet stupňů volnosti na 5% hladině významnosti - critical value of Fischer's F -distribution for the given number of degrees of freedom at 5% significance level

$F_{(0,05)}$ = kritická hodnota pro rozdíly mezi jednotlivými variantami vypočítané na základě Scheffého metody mnohonásobného srovnání - critical value for differences between the different variants calculated on the basis of Scheffé's multiple comparison method

$S_{(0,05)}$ = kritická hodnota pro rozdíly mezi aritmetickým průměrem hodnot AHR rodičovských genotypů, F_1 hybridů a S_L vypočítané na základě Scheffého metody mnohonásobného srovnání - critical value for differences between the arithmetical means of HRA values of parental genotypes, F_1 hybrids and S_L calculated on the basis of Scheffé's multiple comparison method

$(P_1 + P_2)/2$ = aritmetický průměr hodnot AHR příslušných rodičovských genotypů - arithmetical mean of HRA values of the respective parental genotypes

% $(P_1 + P_2)/2$ = procenta aritmetického průměru hodnot AHR příslušných rodičovských genotypů - percentage of the arithmetical mean of HRA values of the respective parental genotypes

Na základě získaných výsledků byla doporučena individuální analýza fotosyntetických charakteristik odrůdy DA, jejíž široká vnitroodrůdová proměnlivost poskytuje dobré předpoklady pro účinnost výběru na vyšší fotosyntetický výkon i pro další šlechtitelské cíle.

Literatura

- ANDĚL, J.: Matematická statistika, Praha, SNITL 1978.
- ARNON, D.I.: Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Pl. Physiol., 24, 1949, s. 1-15.
- AVRATOVŠČUKOVÁ, N.: Genetická analýza fotosyntetické aktivity vzorků listové čepele některých kulturních rostlin. [Kandidátská disertace.] Praha, 1967. - Přírodovědecká fak. UK.
- AVRATOVŠČUKOVÁ, N.: Genetické studium fotosyntetické aktivity listů, aktivity Hillovy reakce a některých struktur listu, významných pro fotosyntézu. [Závěrečná zpráva.] Praha, PFF UK 1972.
- AVRATOVŠČUKOVÁ, N. - FOUSOVÁ, S.: Genetic variations of photosynthetic rate in leaf discs of *Zea mays* L. In: NASYROV, Yu. - ŠESTAK, Z. (Eds.): Genetic aspects of photosynthesis. The Hague, Dr. W. Junk B. V. Publ. 1975, s. 343-347.
- AVRATOVŠČUKOVÁ, N. - KOČOVÁ, M.: Dědičnost fotosyntetických charakteristik listů kukuřice, jejich vzájemné vztahy a problematika situace heterozního efektu. [Závěrečná zpráva.] Praha, PFF UK 1986.
- AVRATOVŠČUKOVÁ, N., KOČOVÁ, M. a kol.: Genetická analýza fotosyntetických charakteristik listů cukrové řepy. [Závěrečná zpráva.] Praha, PFF UK 1987.
- BARTOŠ, J. - BERKOVÁ, E. - ŠETLÍK, I.: A versatile chamber for gas exchange measurements in suspensions of algae and chloroplasts. Photosynthetica, 9, 1975, s. 395-406.
- DONNEY, D. L. - THEURER, J. C. - WYSE, R. E.: Mitochondrial complementation in sugar-beet. Crop Sci., 12, 1972, s. 493-504.
- KOČOVÁ, M.: Heteróze ve fotochemické aktivitě chloroplastů a možnosti její simulace *in vitro*. [Kandidátská disertace.] Praha 1986. - Přírodovědecká fak. UK.
- LI LAING-PI - CHANG CHENG-TUNG - TAN KEH-HUI - CHOW PEI-CHEN: Studies on the complementation of chloroplasts. I. Complementation of chloroplasts from rice hybrid parents. Acta Genet. Sin., 5, 1978, s. 196-203.
- MAKOVEC, P.: Kvantitativní genetická analýza aktivity Hillovy reakce u tabáku a kukuřice. [Diplomová práce.] Praha, 1973. - Přírodovědecká fak. UK.
- MCDANIEL, R. G. - SARKISSIAN, I. V.: Heterosis: complementation by mitochondria. Science, 152, 1966, s. 1640-1642.
- OVČINNIKOVA, M. F. - JAKOVLEV, A. P.: Komplementacija chloroplastov i prognozirovanije geterozisa. Selek. i Semenov., 2, 1978, s. 77.
- RODGERS, J. P.: Mitochondrial heterosis and complementation in maize. Rhodes. J. agric. Res., 14, 1976, s. 47-54.
- SÁGI, F. - BARABÁS, Z. - KERTÉSZ, Z.: Comparative investigations of heterosis effect under laboratory and nursery conditions. Eucarpia, VII, 1976, s. 115-120.
- SARDISSIAN, I. V. - SRIVASTAVA, H. K.: Mitochondrial polymorphism in maize. II. Further evidence of correlation of mitochondrial complementation and heterosis. Genetics, 57, 1967, s. 843-850.
- SINHA, S. K. - KHANNA, R.: Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis. Adv. Agronomy, 27, 1975, s. 123-174.

SRIVASTAVA, H. K.: Heterosis and intergenomic complementation: mitochondria, chloroplast and nucleus. Theor. appl. Genet., 6, 1983, s. 260-286.

ZOBL, R. - FISCHBECK, G. - KEYDEL, F. - LATZKO, E. - SPERK, G.: Complementation of isolated mitochondria from several wheat varieties. Pl. Physiol., 50, 1972, s. 790-791.

Došlo dne 23. 3. 1992

M. Kočová (Faculty of Science, Charles University, Praha, Czechoslovakia)

Photochemical activity of chloroplasts of different sugar-beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes

The photochemical activity of isolated chloroplasts was investigated in 1984 - 1986 in eleven hybrid combinations of sugar-beet divided into four experimental sets, as part of the genetic analysis of leaf photosynthetic characteristics. The complementation effect was also tested in mixed samples of chloroplasts of the respective parental genotypes. The multigerm variety Dobrovická A (DA), which has been one of the cultivars with the highest yield in Czechoslovakia for many years, was used as a paternal component in the majority of hybrid combinations. A virus tolerant pollinator Vt was used in one combination, and the multigerm rich-in-sugar variety Dobrovická C (DC) in two combinations. Higher yields than in the DA variety were recorded only rarely. The material was provided by the Research and Breeding Institute of Sugar Beet Growing at Semčice and it was grown on experimental fields of the genetic garden of the Faculty of Science, Charles University in Prague; current agricultural practices were applied. The photochemical activity was evaluated as Hill's reaction activity (AHR) and measured polarographically as oxygen evolution after illumination of chloroplast suspension in an exposure chamber under constant conditions. The results were processed statistically, while the genotype sets were compared separately in the various experimental seasons.

Comparative measurements showed that relatively high AHR values were typical of sugar-beet. However, great heterogeneity of the assimilative tissue was observed within the evaluated sets, and this resulted in the high variability of values. The highest AHR values were repeatedly determined in the DA variety, which was used as the paternal component in all four experimental sets. High AHR values were also observed in the F₁ hybrid 80046 x DA. Low AHR values were typical in the majority of monogerm maternal components. Partial negative dominance in AHR was manifested most frequently in the F₁ hybrids. Positive dominance was observed less frequently, and positive and negative heterosis was recorded rarely. However, all differences were statistically insignificant. Similar results were obtained for chloroplast complementation of the original parental genotypes. No hybrid combination showed the statistically significant complementation, and the AHR values were mostly close to the mid-parent value. Only the F₁ hybrid 80046 x DA and the respective mixture of chloroplasts had repeatedly higher AHR values than the mid-parent value, but the differences were not statistically significant.

Comparative measurements of other photosynthetic characteristics also illustrated that the photosynthetically more effective cultivars than the DA variety occurred rarely in the tested sets. Hence an individual analysis of the photosynthetic characteristics of the DA variety was recommended as its wide intravarietal variability provides opportunities for the efficient selection for a higher photosynthetic capacity and for other breeding targets.

Beta vulgaris L.; photochemical activity of isolated chloroplast; genetic analysis; heterosis; complementation

IDENTIFIKACE ČS. ODRŮD JÍLKŮ, KOSTŘAV A JEJICH HYBRIDŮ POMOCÍ SDS ELEKTROFORÉZY ZÁSObNÍCH BÍLKOVIN

Josef JANEČEK, Karel DOLEŽAL

OSEVA - VÚP Troubsko, Výzkumná stanice travinářská, Rožnov p.R.
se sídlem v Zubří, 756 54 Zubří

Pomocí SDS-PAGE zásobních semenných proteinů bylo analyzováno 32 čs. odrůd trav. Výsledky měření byly stálé a nezávislé na původu semen. Spolehlivě byly rozlišovány odrůdy jílků, kostřavy rákosovité a mezidruhových a mezidruhových hybridů. Porovnáním elektroforetogramů výchozích druhů a jejich hybridů bylo možné potvrdit jak jejich hybridní charakter, tak i typ. Rozlišitelnost odrůd kostřavy luční byla nižší a bude třeba uvedenou metodu pro tento druh dále modifikovat.

Lolium; Festuca; Festulolium; identifikace odrůd; SDS-PAGE; zásobní proteiny

Identifikace odrůd pomocí biochemických markerů metodou SDS - PAGE doplňuje hodnocení odrůd z hlediska odlišnosti, stálosti a vyrovnanosti (DUS). Složení zásobních semenných bílkovin může potvrdit odrůdovou pravost, upozornit na technickou chybu při množení nebo výskyt příměsí v osivu. Metoda umožňuje zvýšení efektivnosti a urychlení novošlechtění, udržovacího šlechtění a množení trav.

V Československu nebyla aplikace této metody u trav dosud publikována, ale ve světě se užívá ve šlechtitelské praxi již několik let. Podle spekter semenných bílkovin rozdělených pomocí SDS-PAGE byly rozlišeny a identifikovány odrůdy jílku mnohokvětého a vytrvalého (Fergusson, Grabe, 1984, 1986) a odrůdy druhů *Festuca*, *Lolium*, *Bromus* a *Dactylis* (Gardiner et al., 1986). Odrůdy byly snadno rozlišitelné i tehdy, když některé z nich byly velice blízce příbuzné. Výsledky nebyly ovlivněny geografickou polohou, rokem ani generací semenné produkce.

V některých případech je výhodnější nepracovat s celým spektrem, ale pouze s jeho částí. Konarev a Vvedenskaja (1986) sledovali polymorfismus prolaminů a jeho využití k identifikaci odrůd srhy říznačky.

MATERIÁL a METODY

Pro analýzu bylo použito zaručených osiv 32 čs. odrůd a novošlechtění. Pro vertikální elektroforézu bylo použito zařízení GE 2/4 LS a zdroj ECPS 3000/150, obojí Pharmacia - LKB.

Příprava vzorku - Dva gramy suchých semen byly třepány v 50 ml 50% kyseliny sírové 20 min a po odstranění osemení promývány do neutrálního pH. Vzorky, usušené na filtračním papíru byly rozemlety na homogenní prášek. 200 mg vzorku bylo smícháno s 1 ml vzorkového pufru a po jedné hodině stání při pokojové teplotě byl vzorek po 4 minuty zahříván na 90 °C. Po centrifugaci 10 min při 14 tis. ot/min byl supernatant zahuštěn 40% sacharózou (ke 100 µl bylo přidáno 25 µl 40% sacharózy, aby se zvýšila jeho specifická hustota). Pro elektroforézu bylo použito 30 µl vzorku aplikovaného do 7% diskontinuálního vertikálního SDS polyakrylamidového gelu připraveného podle návodu, který popsal L a e m m l i (1970).

Podmínky elektroforézy - 1. před aplikací vzorku: 70 V (konst. napětí), 15 mA, 15 min, k vytvoření rovnovážného stavu v gelech; 2. po aplikaci vzorku: 120 V, 15 mA (konst. proud), do doby, než vzorek zacestuje 1 až 2 cm do zaostřovacího gelu a dále 490 V, 30 mA (konst. proud) po dobu vlastní elektroforézy, až čelo dosáhne 15 cm od startu, tj. asi 4 hod.

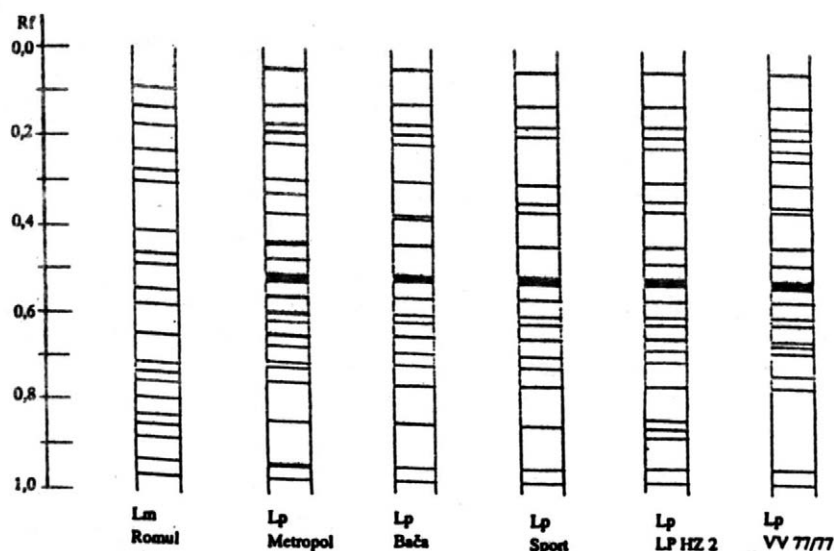
Fixace a barvení - Po ukončení elektroforézy byly separované proteiny fixovány a barveny podle kombinace postupů, které popsali L a e m m l i (1970) a F e r g u s o n , G r a b e (1986). Pro fixaci byla užita 10% TCA s 5% kyselinou sulfosalicylovou, pro barvení 1% roztok SERVA BLUE R a pro odbarvení pozadí směs voda : etanol : kyselina octová (6:3:1).

Shodnost jednotlivých odrůd a druhů byla zjišťována na základě srovnávání relativní pohyblivosti (Rf) a intenzity vybarvení jednotlivých frakcí zásobních proteinů na základě dvou až tří opakovaných stanovení.

VÝSLEDKY

Elektroforetogramy druhů a odrůd byly ovlivňovány přípravou vzorku, přípravou a stupněm polymerace gelu a podmínkami vlastní elektroforézy. V případě, že byl semenný extrakt příliš kyselý (při nedostatečném vyprání vzorku po odstranění osemení), docházelo při elektroforéze k různým poruchám (vlny, rozmazání a neostrosti jednotlivých frakcí). Nestandardní příprava gelů způsobovala jejich nehomogenost a nežádoucí místní gradienty, což mělo stejné důsledky jako příliš nízké pH vzorků. Při nedodržení podmínek elektroforézy a stupně polymerace gelu docházelo k posunu a zúžení (zkrácení) celého spektra, čímž byla negativně ovlivněna reprodukovatelnost jednotlivých měření.

Na základě experimentů se osvědčily tyto podmínky elektroforézy (počítáno na jeden gel): na vytvoření rovnovážného stavu před aplikací vzorku 70 V, 15 mA, 15 min za konstantního napětí; po aplikaci vzorku 120 V, 15 mA za konstantního proudu (vzorek zacestuje 1 až 2 cm do zaostřovacího gelu) a dále



1. Vzorové elektroforetogramy čs. odrůd jílku a vybraných novošlechtění - Electrophoretogram pattern of Czechoslovak ryegrass cultivars and some new selections

Lm - *Lolium multiflorum*; Lp - *Lolium perenne*

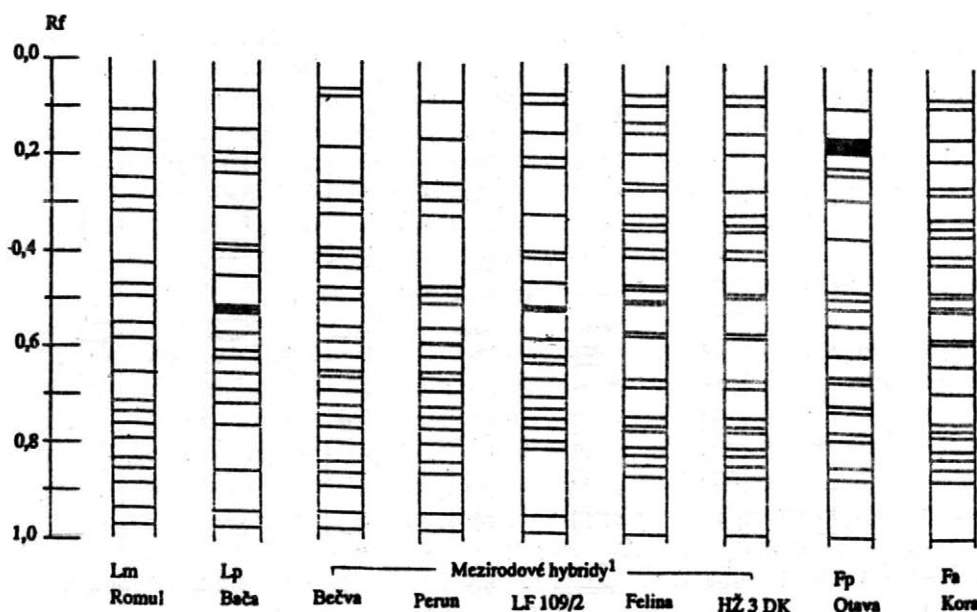
490 V, 30 mA za konstantního proudu po dobu vlastního dělení, až čelo dosáhlo asi 15 cm od startu, tj. asi 4 hod. Elektroforetogramy všech studovaných odrůd jílku vytrvalého se vyznačovaly hlavními skupinami proteinů s R_f 0,05 - 0,15, 0,5 - 0,66 a 0,85 - 0,98. Tyto skupiny byly používány k identifikaci druhu. Jednotlivé odrůdy se lišily v oblastech R_f 0,15 - 0,5 a 0,67 - 0,85, které byly používány k jejich rozlišení (obr. 1).

Spektrum jílku mnohokvětého Romul obsahovalo charakteristické skupiny proteinů při R_f 0,15 - 0,35, 0,45 - 0,6 a 0,7 - 0,85 (obr. 1).

U kostřavy rákosovité byla oblast R_f 0,1-0,55 používána k charakterizaci druhu, oblast 0,55 - 0,9 k identifikaci jednotlivých odrůd.

Všechny sledované odrůdy kostřavy luční měly shodná spektra a vyznačovaly se výraznými skupinami proteinů při R_f 0,2, 0,46, 0,65 a 0,85.

Spektra loloidních mezirodových hybridů Beča a Perun obsahovala všechny charakteristické části spekter jílku mnohokvětého (R_f 0,3 - 0,6, 0,65 - 0,9), ale



¹interspecific hybrids

2. Vzorové elektroforetogramy čs. odrůd hybridů *Lolium x Festuca* a vybraných novošlechtění - Electrophoretogram patterns of Czechoslovak hybrids *Lolium x Festuca* and some new selection

Lm - *Lolium multiflorum*; Lp - *Lolium perenne*; Fp - *Festuca pratensis*; Fa - *Festuca arundinacea*

i některé znaky kostřavy rákosovité (Bečva Rf 0,15 - 0,25, 0,85), resp. kostřavy luční (Perun 0,15 - 0,25, 0,85) (obr. 2). Spektrum odrůdy Festina mělo charakteristické znaky elektroforetogramů jílku mnohokvětého (Rf 0,45 - 0,6) i kostřavy rákosovité (0,1 - 0,25, 0,8 - 0,9) a bylo kombinací spekter těchto druhů (Rf 0,25 - 0,45, 0,7) (obr. 2). Elektroforetogram nšl. HŽ 3 DK odpovídal jeho festukoidnímu charakteru (Rf 0,3 - 0,45, 0,7 - 0,95) (obr. 2).

DISKUSE

Výsledky hodnocení jednotlivých elektroforetogramů byly pro jednotlivé druhy a odrůdy charakteristické a stálé a nebyly, ve shodě s literaturou (Gardiner, Forde, 1987; Gardiner et al., 1986), ovlivněny původem semen. Poměrně dobrá možnost spolehlivého rozlišování jednotlivých odrůd byla potvrzena u jílku, kostřavy rákosovité a mezidruhových a mezidruhových hybridů. Nejzřetelnější rozdíly byly pozorovány u frakcí s extrémně

nízkou nebo vysokou hodnotou Rf. Porovnáním elektroforetogramů výchozích druhů a jejich hybridů bylo možné pomocí proteinových spekter potvrdit jak jejich hybridní charakter, tak i typ. Festukoidní hybridy se svými spektry blížily kostřavě rákosovité a loloidní jílům s patrnými frakcemi druhého rodiče. Rozlišitelnost odrůd kostřavy luční byla nižší, lepší pravděpodobně bude analýza pouze některé části proteinového spektra (např. prolaminů - Konarev, Vvedenskaja, 1986) nebo vhodného izoenzymového systému (Nielsen et al., 1985).

ZÁVĚR

Dosažené výsledky dokladují vhodnost použití SDS-PAGE zásobních semenných bílkovin k charakterizaci odrůd trav jako doplnění morfologických a agrotechnických hledisek.

Literatura

- FERGUSON, J. M. - GRABE, D. F.: Separation of annual and perennial species of ryegrass by gel electrophoresis of seed proteins. *J. Seed. Technol.*, 9, 1984, s.137-149.
 FERGUSON, J. M. - GRABE, D. F.: Identification of cultivars of perennial ryegrass by SDS-PAGE of seed proteins. *Crop Sci.*, 26, 1986, s.170-176.
 GARDINER, S. E. - FORDE, M. B.: SDS polyacrylamide gel electrophoresis of grass seed proteins: a method for cultivar identification of pasture grasses. *Seed Sci. Technol.*, 15, 1987, s. 663-674.
 GARDINER, S. E. - FORDE, M. B. - SLACK, C. R.: Grass cultivar identification by sodium dodecylsulphate polyacrylamide gel electrophoresis. *New Zeal. J. Agric. Res.*, 29, 1986, s.193-206.
 KONAREV, A. B. - VVEDENSKAJA, I. O.: Polimorfizm prolaminov i ego ispolzovanie v identifikacii sortov eži sbornoj. *Selak. Biol.*, 12, 1986, s.42-47.
 LAEMMLI, U. K.: Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 1970, s. 680-685.
 NIELSEN, G. - OSTERGAARD, H. - JOHANSEN, H.: Cultivar identification by means of isoenzymes. *Z. Pfl.-Züchtg.* 94, 1985, s. 74-86.

Dolho dne 30. 12. 1991

J. Janeček, K. Doležal (Plant Station, Rožnov p. R., Czechoslovakia)

Identification of Czechoslovak ryegrass, fescue cultivars and their hybrids by SDS electrophoresis of storage proteins

By SDS-PAGE storage seed proteins 32 Czechoslovak *Lolium*, *Festuca* and their hybrid cultivars were analyzed. For electrophoresis there were used modified procedures Laemmli (1970) and Ferguson, Grabe (1986).

After removing the seed coat with 50% sulphuric acid (2 g seeds, 50 ml, 20 min) the seeds were many times washed in tap water to neutral pH reaction, dried, grounded and homogeneous pulver maintained one hour in sample buffer in room temperature. Digested samples were heated for 3-4 min 90 °C, ten minutes centrifuged (14,000 rpm/min). Supernatant (100 µl) was diluted with 40% sucrose (25 µl). For electrophoretic analysis 30 µl of protein supernatant were placed in the stacking gel, contained 7% acrylamide.

The gels were runned under standart electrophoresis conditions - gel equilibrium: constant voltage 70 V, 15 mA, 15 min, after sample application: 120 V, constant current 15 mA, till sample runs into the stacking gel, after that: 490 V, constant current 30 mA, about 4 hours, till the front of the sample achieves 15 cm from start.

After finishing the electrophorese procedure the separated proteins were precipited (10% TCA, 5% sulphosalicyl acid) and stained with 1% SERVA BLUE R solution. Gel background was destained with solution: water : ethanole : acetic acid (6:3:1).

Electrophoretograms, three times repeated, were evaluated according position and stain intensity of their protein groups and single bands expressed like Rf.

Electrophoretograms of all cultivars of *Lolium perenne* contained regions of protein bands with Rf 0.05 - 0.15, 0.5 - 0.66 and 0.85 - 0.98. These bands were used for identification of species. Cultivar - specific differences in regions with Rf 0.15 - 0.50 and 0.67 - 0.85 are apparent. These were used for identification of cultivars (Fig. 1).

Banding pattern of *Lolium multiflorum* Romul contained characteristic bands with Rf 0.15 - 0.35, 0.45 - 0.6 and 0.7 - 0.85 (Fig. 1). Region of banding patterns of *Festuca arundinacea* with Rf 0.1 - 0.55 for characterization of species was used, region of Rf 0.55 - 0.9 of identification of cultivars.

Banding patterns of all examined meadow fescue cultivars were of the same character with typical Rf 0.2, 0.46, 0.65 and 0.85. Patterns of loloid *L x F* hybrids Bečva and Perun contained all typical bands of Italian ryegrass with Rf 0.3 - 0.6, 0.65 - 0.69 respectively, but there were typical bands both of tall fescue and meadow fescue, too - Rf 0.15 - 0.25, 0.85 (Fig. 2). Pattern of Felina festucoid hybrid contained the most tall fescue bands and a few ryegrass ones. Protein structure of new material HŽ 3 DK confirmed their festucoid type (Fig. 2).

Banding patterns of the analyzed species and varieties were constant and independent on source of seeds. SDS-PAGE of seed storage proteins is suitable for identification grass varieties and DUS confirmation.

Lolium; *Festuca*; *Festulolium*; variety identification; SDS-PAGE; storage proteins

KLASIFIKACE GENOTYPŮ LNU Z HLEDISKA PRŮBĚHU FENOFÁZÍ VEGETAČNÍ PERIODY V F_1 A F_2 GENERACI

Martin PAVELEK

*Oseva - Výzkumný ústav technických plodin a luskovin,
787 01 Šumperk - Temenice*

Ve dvouletých nádobových pokusech (1986-1987) byl u 15 hybridů lnu F_1 a F_2 generace z polovičního dialelního křížení šesti odrůd a novošlechtění studován průběh vybraných fenofází vegetační periody. Přechod do fáze kvetení, průběh kvetení, přechod do fáze zrání a průběh zrání byly založeny na aditivně dominantním modelu s převahou aditivity v F_1 generaci a působením dominance v F_2 generaci. V časných vývojových fázích (setí až počátek kvetení, průběh kvetení) se projevovala spíše aditivita spojená s GCA, při přechodu do generativní fáze vývoje (fenofáze zrání) působila dominance již v F_1 generaci spojená s vlivy SCA. Na základě efektů GCA a SCA je uvedena klasifikace rodičovských genotypů z hlediska průběhu fenofází. Dobrou GCA pro ranost v době kvetení měly velmi rané genotypy V-12/446 a Te-39/79. Optimální členění fenofází vegetační periody prokázalo středně rané novošlechtění SL-1582.

přádný len; dialelní křížení; fenofáze vegetační periody; klasifikace genotypů; kombinační schopnost

Tvorba výnosu u lnu je v úzké korelaci s délkou vegetačního období. Rozhodující je přitom délka jednotlivých růstových fází v daných ekologických podmínkách (D o t l a č i l , A p l t a u e r o v á , 1981). Pro přádný len je důležitá délka vegetativního období, především časový úsek do fáze kvetení, ve kterém se tvoří zásadní rozdíly mezi odrůdami s různě dlouhou vegetační dobou (P a v e l e k , 1991a) a který je současně nejvýznamnější pro tvorbu výnosu vlákna. Pro šlechtitele je proto důležitá znalost regulačních mechanismů, které se podílejí na průběhu a časování fenofází vegetační periody a dále jejich dědičnost a kombinování v následných generacích po křížení. Z našich dřívějších výsledků je zřejmé, že jedním z regulačních mechanismů je vlastní vliv genotypu (P a v e l e k , 1991a), dále konstantní nároky na průměrnou denní teplotu vzduchu ve fenofázích od setí do počátku kvetení, do počátku zrání a v průběhu fenofází kvetení a zrání (P a v e l e k , 1991b), při různé fotoperiodické citlivosti odrůd (P a v e l e k , 1992).

Cílem předložené práce je přispět k dosavadním poznatkům o dynamice vývoje odrůd lnu s různě dlouhou vegetační dobou na základě analýzy hybridů F_1 a F_2 generace.

MATERIÁL a METODY

Hybridy F_1 a F_2 generace jsme studovali v letech 1986 až 1987 v nádobových pokusech ve vegetační hale metodou polovičního dialelního křížení šesti odrůd a novošlechtění. Ke křížení bylo použito velmi rané novošlechtění V-12/446 (1), raná rajonovaná odrůda Horan (2), velmi rané novošlechtění Te-39/79 (3), relativně pozdní holandská odrůda Regina (4), pozdní francouzská odrůda Fany (5) a středně rané novošlechtění SL-1582 (6). Celkem jsme získali 15 hybridních kombinací F_1 a F_2 generace, které jsem vyseli současně s rodičovskými odrůdami ve třech opakováních do Mitscherlichových nádob v množství 60 semen na nádobu. Po vzejití byl počet upraven na 50 rostlin. Analyzovali jsme čtyři časové úseky vegetační periody populací F_1 a F_2 generace označené symbolem X1 - X4, které jsme zjistili denním sledováním a označováním rostlin ve fázi kvetení a dozrávání. Jednalo se o následující fenofáze: X1 - fáze od setí do počátku kvetení (první květ na první rostlině), X4 - fáze kvetení (první květ na první rostlině až první květ na poslední rostlině), X6 - fáze od setí do počátku zrání (první tobolka v rané žluté zralosti na první rostlině), X9 - fáze zrání rostlin (první tobolka v rané žluté zralosti na první rostlině až první tobolka v rané žluté zralosti na poslední rostlině). Pro hodnocení kombinačních schopností jsme použili Griffingovy analýzy rozptylu kombinačních schopností (G r i f f i n g , 1956), modelu II

$$c_{ij} = g_i + g_j + s_{ij}$$

kde: g_i - efekt GCA i -tého genotypu

g_j - efekt GCA j -tého genotypu

s_{ij} - efekt SCA ij -té hybridní kombinace

a všechny efekty jsou náhodnými veličinami.

VÝSLEDKY

Z tab. I je zřejmé, že k nejranějším genotypům ve fenofázi od setí do počátku kvetení (X1) a do počátku zrání (X6) patřila velmi raná novošlechtění V-12/446 a Te-39/79, nejpozdnější byla odrůda Regina. Naproti tomu průběh fáze kvetení a zrání (X4, X9) byly u obou velmi raných novošlechtění nejdelší a u relativně pozdních odrůd Regina a Fany nejkratší.

Hybridy F_1 generace byli ve většině případů ve fenofázi od setí do počátku kvetení (X1) intermediární, v F_2 generaci byla zjištěna dominance ve směru zkrácení této fenofáze, které v některých případech překonalo i ranějšího rodiče. Uvedená zjištění pro tuto fenofázi se potvrdila rovněž při analýze kombinačních

schopností. Analýzou rozptylu kombinačních schopností pro fenofázi od setí do počátku kvetní (X1) byly v obou generacích potvrzeny statisticky vysoce významné rozdíly mezi kombinacemi, které se promítly i do vysoce průkazných rozdílů v kombinačních schopnostech (tab. II).

I. Délka fenologických fází u rodičovských odrůd a hybridů F₁ a F₂ generace - Duration of vegetation period phenophases at parental varieties and hybrids of F₁ and F₂ generation

Odrůdy		Fenofáze/generace ²							
		X1		X4		X6		X9	
V-12/446 (1)		56,33		17,67		85,33		15,67	
Horan (2)		68,33		9,33		90,00		15,00	
Te-39/79 (3)		65,00		10,00		89,33		13,00	
Regina (4)		70,67		5,67		94,00		9,33	
Fany (5)		69,67		6,00		92,67		9,33	
SL-1582 (6)		68,33		7,00		92,00		9,67	
Hybridi F ₁ a F ₂ generace		X1		X4		X6		X9	
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
1	2	64,33	57,00	14,67	16,33	89,33	85,67	9,00	12,00
1	3	63,67	57,67	12,33	15,33	88,67	85,00	12,67	15,00
1	4	65,00	61,33	13,67	11,67	90,00	87,33	9,33	10,67
1	5	65,33	60,67	9,67	12,67	81,33	86,67	9,33	10,33
1	6	61,33	56,33	13,33	17,33	88,00	84,67	10,00	11,00
2	3	66,67	61,67	11,00	13,67	89,33	86,67	15,67	15,00
2	4	69,00	68,00	6,00	8,00	91,33	91,00	9,00	11,33
2	5	69,67	65,33	9,00	10,00	92,33	88,67	12,67	11,33
2	6	69,33	61,67	6,67	12,33	92,00	87,00	9,33	11,00
3	4	68,00	62,33	6,00	12,33	91,00	88,00	8,33	10,67
3	5	68,00	68,33	10,00	6,00	90,33	91,00	13,67	9,67
3	6	67,00	58,33	8,00	14,67	89,67	87,00	9,67	11,00
4	5	71,00	69,00	7,67	7,67	94,00	91,67	13,33	10,67
4	6	70,33	68,33	7,67	6,33	93,33	91,00	13,67	8,33
5	6	70,00	68,67	8,33	9,00	93,33	92,00	10,33	12,33

¹varieties; ²phenophase/generation; ³hybrids of F₁ and F₂ generation

V obou generacích byla zjištěna převaha obecné kombinační schopnosti (GCA) nad specifickou kombinační schopností (SCA), v F₁ 45krát vyšší a v F₂ 9krát vyšší, což naznačuje převahu aditivního genového působení nad neaditivním. Současně však je nutné v F₂ generaci připustit rovněž vliv neaditivního genového působení vzhledem k nižšímu, ale rovněž vysoce průkaznému vlivu

SCA, což potvrzuje zjištěnou dominanci pro zkrácení fenofáze od setí do počátku kvetení u hybridů F_2 generace. Při hodnocení efektů GCA v obou generacích (tab. III) lze očekávat výrazné zkrácení této fenofáze především od velmi raného genotypu V-12/446 a Te-39/79. Prodlužování lze očekávat od relativně pozdních odrůd Regina a Fany. Podle efektů SCA lze nejvýraznější zkrácení fenofáze od setí do počátku kvetení očekávat od kombinace F_1 generace V-12/446 x S1-1582 a v F_2 generaci od kombinace Te-39/79 x SL 1582. Nejvýraznější prodloužení lze očekávat v F_2 generaci u kombinace Te-39/79 x Fany.

II. Analýza rozptylu kombinačních schopností pro fenofázi X1, X4, X6 a X9 (F_1 , F_2 generace)-
Analysis of variance of combining ability for X1, X4, X6 and X9 phenophase (F_1 , F_2 generation)

Fenofáze ¹	Zdroj variability ²	Sumy čtverců ³	Stupně volnosti ⁴	Průměrné čtverce ⁵	F-test
X1	bloky ⁶	F_1 14,00	2	7,00	4,20 ⁺⁺
		F_2 10,57	2	5,29	1,78
	genotypy ⁷	F_1 761,33	20	38,07	22,84 ⁺⁺
		F_2 1463,52	20	73,18	24,65 ⁺⁺
	GCA	F_1 714,00	5	142,80	85,68 ⁺⁺
		F_2 1101,58	5	220,32	74,20 ⁺⁺
	SCA	F_1 47,33	15	3,16	1,89
		F_2 361,94	15	24,13	8,13 ⁺⁺
	rezidual	F_1 66,67	40	1,67	
		F_2 118,76	40	2,97	
X4	celkem ⁸	F_1 842,00	63		
		F_2 1592,86	63		
	bloky	F_1 11,84	2	5,92	1,67
		F_2 2,95	2	1,48	0,43
	genotypy	F_1 637,75	20	31,89	8,97
		F_2 912,10	20	45,60	13,18 ⁺⁺
	GCA	F_1 535,05	5	107,01	30,11 ⁺⁺
		F_2 680,70	5	136,03	39,32 ⁺⁺
	SCA	F_1 102,69	15	6,85	1,93 ⁺
		F_2 231,93	15	15,46	4,47 ⁺⁺
	rezidual	F_1 142,16	40	3,55	
		F_2 138,38	40	3,46	
	celkem	F_1 791,75	63		
		F_2 1053,43	63		

Pokr. tab. II

Fenofáze ¹	Zdroj variability ²	Sumy čtverců ³	Stupňe volnosti ⁴	Průměrné čtverce ⁵	F-test
X6	bloky	F ₁ 44.32	2	22.16	14.69 ⁺⁺
		F ₂ 22.32	2	11.16	5.05 ⁺⁺
	genotypy	F ₁ 287.75	20	14.39	9.54 ⁺⁺
		F ₂ 475.56	20	23.78	10.77 ⁺⁺
	GCA	F ₁ 261.56	5	52.31	34.67 ⁺⁺
		F ₂ 352.89	5	70.58	31.95 ⁺⁺
	SCA	F ₁ 26.19	15	1.75	1.16
		F ₂ 122.67	15	8.18	3.70 ⁺⁺
	rezidual	F ₁ 60.35	40	1.51	
		F ₂ 88.35	40	2.21	
X9	bloky	F ₁ 32.10	2	16.05	3.55 ⁺⁺
		F ₂ 34.70	2	17.35	1.04
	genotypy	F ₁ 361.33	20	18.07	4.00 ⁺⁺
		F ₂ 205.65	20	10.28	1.04
	GCA	F ₁ 71.17	5	14.23	3.15 ⁺⁺
		F ₂ 117.89	5	23.58	2.38
	SCA	F ₁ 290.17	15	19.34	4.29 ⁺⁺
		F ₂ 87.76	15	5.85	0.59
	rezidual	F ₁ 180.57	40	4.51	
		F ₂ 395.97	40	9.90	
	celkem	F ₁ 574.00	63		
		F ₂ 636.32	63		

* P 0,05; ++P 0,01

¹phenophase; ²source of variability; ³sums of squares; ⁴degree of freedom; ⁵mean squares; ⁶blocks; ⁷genotypes; ⁸total

Průběh kvetení (X4) měl většinou intermediární charakter u hybridů F₁ generace, u některých kombinací však byla tendence k prodlužování této fenofáze. V F₂ generaci došlo k výraznému prodloužení fáze kvetení u většiny hybridů, což naznačuje možnost působení dominance ve směru prodlužování fáze kvetení (tab. I). Z analýzy kombinačních schopností (tab. II) vyplynuly v obou generacích vysoce průkazné rozdíly ve fázi kvetení mezi hybridy a převaha aditivního genového systému nad neaditivním (GCA 15krát vyšší v F₁, 9krát vyšší v F₂ než SCA). V souladu s analýzou (tab. I) pro fenofázi kvetení je však nutné konstatovat, že v obou generacích se projevil průkazný (F₁), resp.

III. Efekty kombinačních schopností pro fenofázi X1, X4, X6 a X9 (F₁, F₂ generace) - Effects of combining ability for X1, X4, X6 and X9 phenophase (F₁, F₂ generation)

Fenofáze ¹	Genotypy ²	$\bar{x}$		GCAm		GCAP		SCA	
				F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
X1	1 2	67,00	63,95	-4,58	-5,25	0,83	0,33	1,08	-2,04
	1 3	67,00	63,95	-4,58	-5,25	-0,71	-1,17	1,96	0,13
	1 4	67,00	63,95	-4,58	-5,25	1,96	2,83	0,63	-0,20
	1 5	67,00	63,95	-4,58	-5,25	1,79	2,96	1,13	-0,99
	1 6	67,00	63,95	-4,58	-5,25	0,71	0,29	-1,79	-2,66
	2 3	67,00	63,95	0,83	0,33	-0,71	-1,17	-0,46	-1,45
	2 4	67,00	63,95	0,83	0,33	1,96	2,83	-0,79	0,88
	2 5	67,00	63,95	0,83	0,33	1,79	2,96	0,04	-1,91
	2 6	67,00	63,95	0,83	0,33	0,71	0,29	0,79	-2,91
	3 4	67,00	63,95	-0,71	-1,17	1,96	2,83	-0,25	-3,29
	3 5	67,00	63,95	-0,71	-1,17	1,79	2,96	-0,08	2,59
	3 6	67,00	63,95	-0,71	-1,17	0,71	0,29	0,00	-4,74
	4 5	67,00	63,95	1,96	2,83	1,79	2,96	0,26	-0,74
	4 6	67,00	63,95	1,96	2,83	0,71	0,29	0,67	1,26
	5 6	67,00	63,95	1,79	2,96	0,71	0,29	0,50	1,46
	odchylky ³	0,16	0,22	0,24	0,32	0,24	0,32	0,66	0,88
X4	1 2	9,51	10,90	4,06	4,04	-0,07	0,33	1,17	1,05
	1 3	9,51	10,90	4,06	4,04	0,10	0,71	-1,33	-0,32
	1 4	9,51	10,90	4,06	4,04	-1,78	-2,38	1,88	-0,90
	1 5	9,51	10,90	4,06	4,04	-1,24	-2,38	-2,66	0,10
	1 6	9,51	10,90	4,06	4,04	-1,07	-0,33	0,84	2,72
	2 3	9,51	10,90	-0,07	0,33	0,10	0,71	1,46	1,72
	2 4	9,51	10,90	-0,07	0,33	-1,78	-2,38	-1,66	-0,86
	2 5	9,51	10,90	-0,07	0,33	-1,24	-2,38	0,80	1,14
	2 6	9,51	10,90	-0,07	0,33	-1,07	-0,33	-1,70	1,43
	3 4	9,51	10,90	0,10	0,71	-1,78	-2,38	-1,83	3,10
	3 5	9,51	10,90	0,10	0,71	-1,24	-2,38	1,63	-3,24
	3 6	9,51	10,90	0,10	0,71	-1,07	-0,33	-0,54	3,39
	4 5	9,51	10,90	-1,78	-2,38	-1,24	-2,38	1,17	1,51
	4 6	9,51	10,90	-1,78	-2,38	-1,07	-0,33	1,01	-1,86
	5 6	9,51	10,90	-1,24	-2,38	-1,07	-0,33	1,13	0,80
	odchylky	0,24	0,23	0,35	0,35	0,35	0,35	0,96	0,95

Pokr. tab. III

Fenofáze ¹	Genotypy ²	$\bar{x}$		GCAm		GCAp		SCA	
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
X6	1 2	90,73	88,89	-2,39	-2,78	-0,10	-0,40	1,09	-0,04
	1 3	90,73	88,89	-2,39	-2,78	-0,93	-0,74	1,26	-0,37
	1 4	90,73	88,89	-2,39	-2,78	1,57	1,85	0,09	-0,63
	1 5	90,73	88,89	-2,39	-2,78	1,19	1,64	-0,20	-1,08
	1 6	90,73	88,89	-2,39	-2,78	0,65	0,43	-0,99	-1,87
	2 3	90,73	88,89	-0,10	-0,40	-0,93	-0,74	-0,37	-1,08
	2 4	90,73	88,89	-0,10	-0,40	1,57	1,85	-0,87	0,67
	2 5	90,73	88,89	-0,10	-0,40	1,19	1,64	0,51	-1,46
	2 6	90,73	88,89	-0,10	-0,40	0,65	0,43	0,71	-1,92
	3 4	90,73	88,89	-0,93	-0,74	1,57	1,85	-0,37	-2,00
	3 5	90,73	88,89	-0,93	-0,74	1,19	1,64	-0,66	1,21
	3 6	90,73	88,89	-0,93	-0,74	0,65	0,43	-0,79	-1,58
	4 5	90,73	88,89	1,57	1,85	1,19	1,64	0,51	-0,71
	4 6	90,73	88,89	1,57	1,85	0,65	0,43	0,38	-0,17
	5 6	90,73	88,89	1,19	1,64	0,65	0,43	0,23	1,04
odchylky		0,15	0,19	0,23	0,28	0,23	0,28	0,63	0,76
X9	1 2	11,33	11,65	0,29	0,68	0,79	1,14	-3,42	-1,47
	1 3	11,33	11,65	0,29	0,68	0,83	0,72	0,21	1,95
	1 4	11,33	11,65	0,29	0,68	-0,88	-1,40	-1,42	-0,26
	1 5	11,33	11,65	0,29	0,68	-0,17	-0,65	-2,13	-1,35
	1 6	11,33	11,65	0,29	0,68	-0,88	-0,49	-0,75	-0,85
	2 3	11,33	11,65	0,79	1,14	0,83	0,72	2,71	1,49
	2 4	11,33	11,65	0,79	1,14	-0,88	-1,40	-2,25	-0,95
	2 5	11,33	11,65	0,79	1,14	-0,17	-0,65	0,71	-0,80
	2 6	11,33	11,65	0,79	1,14	-0,88	-0,49	-1,92	-1,30
	3 4	11,33	11,65	0,83	0,72	-0,88	-1,40	-2,96	-0,30
	3 5	11,33	11,65	0,83	0,72	-0,17	-1,40	1,67	-0,30
	3 6	11,33	11,65	0,83	0,72	-0,88	-0,49	-1,63	-0,89
	4 5	11,33	11,65	-0,88	-1,40	-0,17	-0,65	3,04	1,07
	4 6	11,33	11,65	-0,88	-1,40	-0,88	-0,49	4,08	-1,43
	5 6	11,33	11,65	-0,17	-0,65	-0,88	-0,49	0,04	1,82
	odchylky		0,27	0,40	0,40	0,59	0,40	0,59	1,09

¹phenophase; ²genotypes; ³deviations

vysoce průkazný (F_2) vliv SCA, který potvrzuje působení dominance ve smyslu prodlužování této fenofáze. Podle efektů GCA je zřejmé, že na prodlužování fáze kvetení se bude podílet především velmi rané novošlechtění V-12/446 v obou generacích a naopak zkracování fáze kvetení lze očekávat od pozdních odrůd Regina a Fany (tab. III). Při posouzení specifické kombinační schopnosti (SCA) lze určité zkrácení průběhu kvetení očekávat v F_1 generaci u kombinace V-12/446 x Fany a naopak prodloužení u kombinace V-12/446 x Regina. V F_2 generaci lze očekávat výrazné zkrácení fáze kvetení u kombinace Te 39/79 x Fany, prodloužení u kombinace Te-39/79 x SL-1582 (tab. III).

Genetické poměry ve fenofázi od setí do počátku zrání (X6) byly obdobné fenofázi od setí do počátku kvetení (tab. I). Hybridi F_1 generace byli v této fenofázi většinou intermediární, v F_2 generaci byla pozorována tendence ke zkrácení ve směru ranějšího rodiče. Analýzou rozptylu kombinačních schopností (tab. II) byla potvrzena vysoce průkazná odlišnost hybridních kombinací v délce této fenofáze. Jako v předchozích fenofázích byla zjištěna převaha aditivního genového systému nad neaditivním v obou generacích (vliv GCA asi 30krát vyšší v F_1 , asi 9krát vyšší v F_2 generaci než SCA). Působení dominance v F_2 generaci ve smyslu zkracování fenofáze od setí do počátku zrání potvrdila nižší, ale rovněž vysoce průkazná hodnota F -testu pro SCA (tab. II). Podle efektů GCA bude tuto fenofázi zkracovat především velmi raný genotyp V 12/446, prodlužovat ji bude zejména odrůda Regina, případně Fany. Nejvýraznější SCA pro zkrácení fenofáze od setí do počátku zrání se projevila především v F_2 generaci u kombinace Te-39/79 x Regina, určité zkrácení podle efektů SCA je dále možné očekávat u kombinací Horan x SL-1582 a V-12/446 x SL-1582 (tab. III).

Výsledky týkající se průběhu fenofáze zrání (X9) nebyly zcela jednoznačné (tab. I). Již v F_1 generaci byly zjištěny hybridní kombinace, které svým průběhem zrání inklinovaly jak k pozdnějšímu, tak ranějšímu rodiči. Intermediární charakter dědičnosti byl v F_1 generaci zjištěn jen v ojedinělých případech. V F_2 generaci došlo ve vztahu ke generaci F_1 k určitému prodloužení fáze zrání, které navozovalo dojem intermediární dědičnosti. Zjištěné poměry v F_1 generaci byly potvrzeny analýzou kombinačních schopností (tab. II). Rozdíly mezi hybridními kombinacemi byly ve fenofázi zrání vysoce průkazné a převaha dominantních účinků byla potvrzena asi jedenkrát vyšší vysoce průkaznou hodnotou F -testu efektů SCA nad efekty GCA. Na základě nižší, ale rovněž průkazné hodnoty GCA je však nutné u některých kombinací připustit rovněž vliv aditivních genových účinků. Genetické poměry v F_2 generaci byly opačné, efekty GCA asi čtyřikrát převažovaly nad efekty SCA (tab. II), což je ve shodě s údaji v tab. I, ovšem rozdíly mezi hybridními kombinacemi v F_2 generaci nebyly průkazné a také hodnoty F -testu pro efekty GCA a SCA vyšly neprůkazně. Při analýze F_1 generace jsme podle efektů GCA (tab. III) dospěli k paradoxnímu výsledku, že určité relativní zkrácení průběhu zrání lze očekávat od nejpozdější odrůdy tohoto souboru Regina a naopak tuto fenofázi bude

prodlužovat velmi raný genotyp Te-39/79. Při posouzení efektů SCA (tab. III) lze v F_1 generaci očekávat výrazné zkrácení průběhu zrání především u kombinace V-12/446 x Horan a Te-39/79 x Regina. Určité prodloužení fenofáze zrání lze očekávat u kombinace Regina x SL-1582. Výsledky F_2 generace nejsou vzhledem k neprůkazným hodnotám komentovány.

DISKUSE

Z uvedených výsledků je zřejmé, že fenofáze od setí do počátku kvetení a zrání a fenofáze kvetení jsou v F_1 generaci ovlivněny především aditivním účinkem genů, který se projevuje jako intermediární dědičnost. V F_2 generaci se ve většině případů projevila dominance, která ve fenofázi od setí do počátku kvetení a zrání působila ve směru zvýšení ranosti. Částečně se těmito výsledkům vymykala fenofáze zrání, pro kterou byla dominance zjištěna již v F_1 generaci působící obousměrně, zatímco v F_2 generaci byl náznak k aditivnímu působení genů. B a k e r et al. (1972) předpokládají kontrolu nástupu fáze kvetení založenou na aditivním, dominantním a epistatickém působení genů podobně jako J o s h i et al. (1961). K a n s a l a G u p t a (1981) uvádějí pro nástup fáze kvetení aditivní i neaditivní genové účinky. Průběh fáze kvetení byl ovlivněn především aditivním působením genů v F_1 generaci, v F_2 generaci se projevila také dominance ve směru prodlužování fenofáze kvetení. Fáze kvetení je však složitějším procesem, na kterém se kromě genetických faktorů podílí celá řada vnějších faktorů a vlastní morfofyziologický stav rostliny. H o w l a n d a D y b i n g (1973) zjistili u olejného lnu, že průběh kvetení se uskutečňuje v několika cyklech oddělených periodami klidu a vyslovili hypotézu o řízení cykličnosti kvetení přirozeným hormonálním systémem, který je ovlivňován vyvíjejícími se tobolkami a ekologickým faktory. Připouští se rovněž genetická kontrola tohoto jevu (D a v i d s o n , Y e r m a n o s , 1965) a časování těchto cyklů vlivem vnějších podmínek (D y b i n g , 1964; K n o w l e s et al., 1959). Z našich výsledků je zřejmé, že vlastní průběh fáze kvetení je v silné negativní korelaci s délkou fenofáze od setí do počátku kvetení (P a v e l e k , Š r á m k o v á , 1988), což bylo v další práci vysvětleno konstantními nároky na průměrnou denní teplotu vzduchu, která pro fenofázi od setí do počátku kvetení činí 15-16 °C a pro průběh kvetení 19-21 °C (P a v e l e k , 1991b). Vzhledem k vysokému koeficientu heritability pro fenofázi od setí do počátku kvetení (K u m a r et al., 1980.; P a t i l et al., 1981; P a v e l e k , 1985; P a v e l e k , Š r á m k o v á , 1988) je možné zobecnit, že průběh fenofáze kvetení bude tím delší, čím ranější bude nástup do fáze kvetení a naopak. Z analýzy hybridních kombinací i rodičovských odrůd uvedených v tab. I je tento trend zřejmý.

Ve fenofázi od setí do počátku zrání byly zjištěny obdobné genetické poměry jako ve fenofázi od setí do počátku kvetení. Přepládala GCA nad SCA, to

znamena převaha aditivního genového působení nad neaditivním, které však bylo prokázáno také, a to v F_2 generaci jako dominance ranějšího nástupu fáze zrání nad pozdějším. To ukazuje na spojení dominance s projevem SCA a aditivity s projevem GCA. Neaditivní genové účinky pro dobu zrání u olejného lnu uvádějí rovněž K u m a r et al. (1980), ovšem na rozdíl od našich výsledků v opačném směru, tj. ve směru dominance pozdnosti nad raností. Z toho je zřejmé, že vypočítací schopnost dialektní analýzy silně závisí na vlivu prostředí a na sledovaném souboru genotypů, jak uvádějí V o ž d a et al. (1985) a V o ž d a (1987).

V průběhu fáze zrání byly zjištěny již v F_1 generaci efekty dominance působící obousměrně v závislosti na použitém genotypu spojené s vlivem SCA. Z dosažených výsledků však nelze jednoznačně určit genetické založení průběhu zrání vzhledem k neprůkazným výsledkům v F_2 generaci. Jeví se však určitý trend k odlišnému založení časných vývojových fází ve vztahu k determinaci pozdějších vývojových fází spadajících již do generativní části vývoje. K podobnému zjištění, ovšem u pšenice jarní, dospěli D o t l a č i l a A p l t a u e r o v á (1981). Je však zřejmé, že na vlastním průběhu zrání se kromě genetických faktorů silně uplatňují vlivy vnějšího prostředí, především vliv počasí (W a l o c z y k , 1981). Určitý trend k prodlužování fenofáze zrání zjištěný v F_2 generaci je možné vzhledem k dominanci ranosti ve fázi od setí do počátku zrání, obdobně jako ve vegetativní fázi vývoje, považovat za výsledek působení teplotní uniformity, která pro fenofázi od setí do počátku zrání činila 17 °C, a pro průběh zrání 17-19 °C (P a v e l e k , 1991b).

Je nutné zdůraznit, že odhad kombinačních schopností lze považovat za platný pouze v rámci zkoušeného souboru genotypů a sledovaného období řešení. Tento nedostatek je možné do určité míry kompenzovat detailnějším studiem použitých genotypů z hlediska regulačních mechanismů fenofází vegetační periody, jehož výsledky byly uvedeny v pracích (P a v e l e k , 1991 a,b, 1992).

ZÁVĚR

Průběh fenofází od setí do počátku kvetení (X1), kvetení (X4), od setí do počátku zrání (X6) a zrání (X9) je založen na aditivně dominantním modelu s převahou aditivity v F_1 generaci s přechodem k dominanci v F_2 generaci. Dominance pro fenofáze X1 a X6 působila ve smyslu zkracování těchto fenofází, ve fenofázi X4 ve smyslu prodlužování. Ve fenofázi zrání (X9) byla zjištěna dominance v F_1 generaci působící obousměrně ve smyslu ranosti i pozdnosti na základě efektů SCA. Podle efektů GCA lze v práci použité genotypy charakterizovat následujícím způsobem:

V-12/446 - bude výrazně zkracovat fenofázi od setí do počátku kvetení a zrání, výrazně prodlužovat fenofázi kvetení a středně fenofázi zrání;

Te-39/79 - bude středně až výrazně zkracovat fenofázi od setí do počátku kvetení a zrání a nepatrně až středně prodlužovat fenofázi kvetení a zrání;

Horan - bude v nepatrné míře prodlužovat fenofázi od setí do počátku kvetení, nepatrně zkracovat fenofázi od setí do počátku zrání a fázi kvetení a v malém měřítku prodlužovat fenofázi zrání;

Regina - bude středně až výrazně prodlužovat fenofázi od setí do počátku kvetení a zrání a středně až výrazně zkracovat fenofázi kvetení a zrání;

Fany - bude výrazně prodlužovat fenofázi od setí do počátku kvetení a středně až výrazně prodlužovat fenofázi od setí do počátku zrání. Výrazně bude zkracovat fenofázi kvetení a ve střední míře zkracovat fenofázi zrání;

SL-1582 - bude nepatrně prodlužovat fenofázi od setí do počátku kvetení, v malé míře až středně zkracovat fenofázi kvetení, nepatrně prodlužovat fenofázi od setí do počátku zrání a středně až výrazně zkracovat průběh zrání.

Zjištěné výsledky platí především pro zkoušený soubor odrůd a dané období řezání. Charakteristiky genotypů lze využít v hybridizačních programech pro cílené ovlivňování délky vegetační doby.

Literatura

- BAKER, R. J. - PESEK, J. - Mc KENZIE, R. I. H.: A genetic study of flowering time in flax. *Crop Sci.*, 12, 1972, s. 84-87.
- DAVIDSON, J. - YERMANOS, D. H.: Flowering pattern of flax (*Linum usitatissimum* L.). *Crop Sci.*, 5, 1965, s. 23-28.
- DOTLAČIL, L. - APLTAUEROVÁ, M.: Ranost a její dědičnost u F1 hybridů jarní pšenice. *Genet. a Šlecht.*, 17, 1981, s. 125-134.
- DYBING, C. D.: Influence of nitrogen level on flax growth and oil production in varied environments. *Crop Sci.*, 4, 1964, s. 491-494.
- GRIFFING, B.: Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Austr. J. Biol. Sci.*, 9, 1956, s. 463 - 493.
- HOWLAND, A. S. - DYBING, C. D.: Cyclic flowering patterns in flax as influenced by environment and plant growth regulators. *Crop Sci.*, 13, 1973, s. 380-384.
- JOSHI, A. R. - RAMANUJAN, S. - PILLAY, P. N. C.: Breeding for quantitative characters in linseed. I. Utility of diallel crosses in the selection of parents. *Indian Genet. Pl. Breed.*, 21, 1961, s. 112-121.
- KANSAL, K. K. - GUPTA, S. C.: Gene action in linseed. *Indian J. agric. Sci.*, 51, 1981, s. 634-637.
- KNOWLES, P. F. - ISOM, W. H. - WORKER, G. F.: Flax production in the Imperial Valley. *Univ. Calif. Agric. Exp. Stat. Circ.*, 480, 1959, s. 3-27.
- KUMAR, S. - CHAUHAN, B. P. S. - JAIMINI, S. S.: Diallel analysis of flowering and maturity in linseed. *Indian J. agric. Sci.*, 50, 1980, s. 225-230.
- PATIL, V. D. - MAKNE, V. G. - CHOPDE, P. R.: Genetic variability and character association in intervarietal crosses in linseed. *Indian J. agric. Sci.*, 51, 1981, s. 631-633.

- PAVELEK, M.: Genetická analýza doby kvetení u přádného lnu. Len a Konop. (Šumperk), 20, 1985, s. 77-89.
- PAVELEK, M. - ŠRÁMKOVÁ, L.: Šlechtění lnu s vysokým výnosovým potenciálem, odolností proti poléhání a chorobám. [Závěrečná zpráva.] Šumperk, KVŠÚTPL 1988, 71 s.
- PAVELEK, M.: Utváření a průběh fenofází u novošlechtění a odrůd s odlišnou délkou vegetační periody. Len a Konop., 21, 1991a, s. 69-79.
- PAVELEK, M.: Uniformita v nárocích na teplotu v některých fenofázích vegetační periody lnu, Len a Konop., 21, 1991b, s. 81-88.
- PAVELEK, M.: Reakce odrůd a novošlechtění lnu na fotoperiodu. Rostl. Vyr., 38, 1992, s. 133 - 141.
- VOŽDA, J. et al.: Modely a metody dialelní analýzy kvantitativních znaků rostlin. [Realizační výstup samostatné etapy důlního výzkumného úkolu.] Brno VŠZ, Mendelem Lednice, 1985, 55 s.
- VOŽDA, J.: Metodologie biometricko-genetické analýzy kvantitativních znaků kukuřice ve šlechtitelských programech. [Autoreferát disertace.] Brno, 1987, 47 s.
- WALOCZYK, K.: Einfluss von Winterungfaktoren auf das Entwicklungsverhalten von Winterweizen sorten und Möglichkeiten zur Vorausschätzung des Schosstermins. Arch. Acker-Pfl.-Bau Bodenkd., 25, 1981, s. 477 - 484.

Došlo dne 1.6. 1992

*Pavelek, M. (Oseva, Research Institute of Technical Crops and Legumes,
Šumperk - Temenice, Czechoslovakia)*

Classification of flax genotypes from the point of view of the vegetation period phenophases course in F₁ and F₂ generation

The course of the choice phenophases of the vegetation period of flax was investigated by 15 hybrids of F₁ and F₂ generations from half diallel crossing of six varieties and new selections in two year pot trials (1986-1987). The beginning of flowering, flowering course, as well as the beginning of maturing and maturing course were based on the additive-dominant model with the majority of additive influence in F₁ generation and the influence of dominance in F₂ generation. The additive influence connected with GCA was carried out especially in the early stages of development (sowing - beginning of flowering, flowering course). The generative development stage (maturing course) was based on the dominant influence connected with SCA and it occurred in F₁ generation. There is presented the classification of the parental genotypes from the point of view of the phenophases course. The very early maturing genotypes V-12/446 and Te-39/79 demonstrated high GCA for the earliness at the beginning of flowering phenophase. The optimal combination of the vegetation period phenophases was carried out at the medium early maturing new selection SL-1582. These results are valid for this group of genotypes and this time of research. The using of these results for the controlled influence on the flax vegetation period is discussed.

flax; diallel crossing; vegetation period phenophases; genotypes classification; combining ability

SUPPLEMENT

CURRENT TOPICS IN QUANTITATIVE GENETICS IN RELATION TO PLANT BREEDING

Josef PEŠEK

*Research Institute of Agroecology and Soil Management,
CS - 664 62 Hrušovany near Brno, Czechoslovakia*

Plant breeding improvements have been responsible for 25 -50 % of gains in yield per unit area of major crop plants in Czechoslovakia over past 40 year. Rates of gain, attributed to genetic improvement, have averaged more than 1 % per year, they have generally been linear and shown no sign of slaking. Extrapolations indicate that varieties and hybrids of the year of 2000 will yield, on average, by 10 % more than those of 1990, even if the chemical inputs will sharply decrease. Improvements in tolerance to environmental stress, in grain-to-straw ratios, and in yield stability, as well as in maintenance of required level of resistance to disease, insect and nematode pests, have been major genetic causes of increase in yields and will continue to be the foundation for further gains in productivity and stability. Broadened genetic diversity, using the improved gene resources and efficient methods for selection of parental material, is also an increasingly important goal to promote stability and to increase productivity potentials. Research inputs are now needed to maintain desired rates of improvement, compared to earlier years. It seems likely that contributions from quantitative and population genetics as well as from biotechnology, will become increasingly important in years to come if improvement rates are to be maintained.

In 1990, the estimated eight billions US dollars were spent on crop research worldwide. Plant breeding, that is the improvement of crop plants through genetic manipulation, selection and testing is a major area of crop research.

Cereal breeding is one of major part of plant breeding. While no precise data are available on the sizes of overall resources allocated to wheat breeding activities throughout of the world, Brennan (1988) estimated the total size of resources allocated to wheat breeding in the order of 1,500 millions US dollars. The resources devoted to plant breeding and cultivar evaluation are, however, increasingly limited. Grain mountains have accumulated in some parts of the

world, while in other parts millions are dying of starvation. The over-production is illusory, since the food is greatly needed, but the starving nations lack the means to pay for it. So far, no solution has been found to this economic problem.

The question thus arises how justified we are in improving plant breeding methods in order to produce better varieties yielding still more grain? There can, however, be little doubt, that better varieties are needed with the aim to decrease inputs and increase profitability.

The ways in which breeding methods can be improved can be divided into three groups:

1. Increasing genetic variation
2. Improvement in the efficiency of screening methods
3. Utilization of laboratory, phytotronic, experimental design and evaluation methods which promote and/or accelerate methods in the first two groups.

Now the question arises how quantitative genetics can contribute to the increase in efficiency of plant breeding. Some time ago an excellent answer was given by Prof. R. J. B a k e r (1984) in his paper „Quantitative genetic principles in plant breeding". He considered what may be referred to as the basic laws of plant breeding.

Whether selecting for a trait controlled by few genes or by many genes, the amount of response will depend upon three factors:

- (1) Upon the amount of potential that is in the basic population, measured by the amount of genetic variation.
- (2) Upon the intensity with which selection is practised. This factor is related to the size of population that is evaluated and to the proportion of it that is selected.
- (3) Upon the correlation between the bases of selection and what is to be improved.

While response to selection is a function of these three factors, the performance of a final variety will also depend upon the fourth factor i.e.

- (4) The base form in which selection has started.

Keeping the four factors in mind, one can consider further important steps in development of new varieties :

Step 1: Define the objectives

This step involves identification of area of production, level of inputs, quality parameters etc. for which the new cultivar is developed. Much of problems arising from genotype-environmental interaction could be overcome.

Step 2: Recognize limitations

Once the objectives of the programme have been specified and justified, one should make a list of anticipated problems. One should give consideration to the amount of space and equipment available, to the size of technical and professional equipment etc. In choosing the screening tests to serve as bases for selection one should consider several aspects which would determine correlation between bases of selection and traits which are to be improved.

Step 3: Choose a parental material

It is the most important step of entire breeding program. This step will determine not only the starting point of selection, but also the potential for response to selection. In this step breeder can use the system for selection of optimal parental combinations using simulated crosses on computer.

Step 4: Choose a breeding system

It is likely that significant improvements are not to be achieved in single steps. Present and future breeding programmes may require more than 50 % of total effort to be spent on recurrent selection.

Step 5: Choose population sizes

In recurrent selection programmes for quantitative traits one should select between 10 and 20 % of population in any one cycle. If one selects more intensely, random genetic drift can be expected to become an important negative factor in breeding programme. Less intensive selection will result in little response.

From the analysis of breeding activity it is obvious clear, that quantitative genetics is closely related with the practice of plant improvement. Methods of

estimation of numbers of genes controlling quantitative traits, as well as methods to assess the importance of epistasis are yet to be improved. Quantitative genetic theory is, however, successful in dealing with linkage and optimization of selection strategies based on the methods for prediction of response to selection. Computer simulation can assist the breeder in selection of optimal parental combinations based on the tests of potential parental cultivars. Research of optimal population sizes is currently topical in some research institutes.

One biotechnology's most important contribution may be in helping breeders to identify and quantify useful genetic diversity. New genotypes, with diverse parentage as a part of their pedigree, have been responsible for most of large advances in yield of field crops. But to predict which strange new combinations will give good results is today impossible, waiting for biometrical know-how.

Another problem which is waiting for biometrical analysis involves social-economic and ecological consequences of plant breeding. They can be numerically quantified from the point of view of increase of yield and reduction of cost of production. Here we have to take into consideration the demand for low input varieties as a base for low input systems and production of healthy food. By identifying the cost of individual operations it can be used to evaluate the efficiency of breeding resources. The biometrical models should provide a mean for improvement of economical efficiency in allocation of scarce resources within the breeding programme, as well as providing the means of estimation of possible gains from its adjustment.

Despite past successes in plant breeding it appears, that greater efforts will be needed simply to maintain the same rate of advance. Supplies of grains accumulated in developed countries will inevitably lead to the decrease in funds for plant research and breeding. Therefore, one looks with hope to quantitative and population genetics, biometrics and biotechnology to provide greater efficiency of plant breeding and also new ways of improving performance, stability, and genetic diversity of our field crops.

References

- BRENNAN, J.P. : An Economic Investigation of Wheat Breeding Programs. [PhD Thesis,] University of New England, Armidale, 1988 ; 201 p.

J. Pešek (Výzkumný ústav ekoagrotechniky, Hrušovany u Brna)

Aktuální otázky kvantitativní genetiky ve šlechtění rostlin

V posledních 40 letech šlechtění rostlin přispělo 25 až 50 % ke zvýšení výnosů hlavních polních plodin v ČSFR. Genetický příspěvek ke zvyšování výnosů byl lineární, činil více než 1 % ročně a doposud nejeví příznaky deprese. Náklady věnované na šlechtění rostlin ve světě se odhadují přibližně na 1,5 miliardu USD ročně. Ve státech s vyspělým zemědělstvím se hromadí přebytky zrna, zatímco v řadě oblastí světa umírají ročně milióny lidí. Tato skutečnost nastoluje otázku oprávněnosti další intenzifikace rostlinné výroby cestou zavádění nových výkonných odrůd. Pozornost je třeba věnovat i šlechtění odrůd s nízkými vstupy.

Protože státní příspěvky na výzkum a šlechtění rostlin se budou snižovat, je třeba hledat cesty k racionalizaci této práce. V příspěvku je navržen postup zvýšení efektivity šlechtění, spočívajícího v pěti krocích: 1. stanovení cílů, 2. posouzení omezujících podmínek, 3. výběr optimálních rodičovských populací, 4. optimalizace šlechtitelského postupu a 5. optimalizace rozsahu populací.

Analýza vazeb mezi genetickými, technickými a ekonomickými aspekty šlechtění polních plodin je nezbytným předpokladem předcházení negativních sociálních důsledků nadprodukce produktů rostlinné výroby.

racionalizace šlechtění; odrůdy s nízkými vstupy; sociálně-ekonomické aspekty

**Upozorňujeme čtenáře a zájemce
o odbornou zemědělskou literaturu,**

že Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ve spolupráci se
Zemědělským nakladatelstvím Brázda vydává:

**NAUČNÝ SLOVNÍK ZEMĚDĚLSKÝ
13. díl (písmeno Z)**

Publikace je posledním dílem zemědělské encyklopedie, vyjde v rozsahu
asi 700 stran, předpokládaná cena je 190 Kčs.

Vzhledem k tomu, že stálým odběratelům nebude poslední díl slovníku
avizován, je třeba zajistit si nové objednávky na adrese:

**Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
oddělení Naučného slovníku a terminologie**

**Slezská 7
120 56 Praha 2**



POSTGRADUÁLNÍ STUDIUM Z OBORU ŠLECHTĚNÍ

ŠLECHTĚNÍ HYBRIDNÍCH ODRŮD

Oldřich CHLOUPEK

Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Nástup hybridů je spojen nejen s vyšší produktivností, ale i s ekonomickými důvody. Zatímco odrůdy - linie lze prakticky z genetického hlediska dále přemnožovat, dochází u syntetických populací k mírnému poklesu výnosu v pokročilých generacích, ale hybridy nelze přemnožovat. Přestože vyšlechtění hybridů je značně náročné, rovněž tak i jejich udržovací šlechtění, a proto i cena osiva je vysoká, neumožňuje tento typ odrůd nekontrolovaný obchod s osivem, a tak je i větší návratnost investic do jejich vyšlechtění. Aby však byly i pro pěstitele výhodné, musí být finanční přírůstek výnosu proti tradičním odrůdám vyšší než rozdíl mezi cenou osiva tradičních odrůd a hybridů. Např. u pšenice se počítá s trojnásobnou cenou hybridního osiva, takže je třeba, aby taková odrůda poskytovala o 10-15 % vyšší výnos.

Předložená práce je určena především praktickým šlechtitelům a je zaměřena na druhy, u kterých se u nás hybridní odrůdy začínají rozšiřovat (cukrovka), nebo se dosud úspěšně nešlechtí (řepka, žito).

Šlechtění hybridů je nejúčinnější metodou ke genetickému zlepšení užitné hodnoty plodin. U hybridních odrůd vzniká osivo z kontrolovaného křížení dvou komponent. Všechny rostliny hybridní odrůdy jsou tudíž heterozygoti. Čím jsou rodičovské komponenty geneticky odlišnější, tím větší je stupeň heterozygotnosti. Zejména u cizosprašných rostlin je úzká souvislost mezi výkonností a stupněm heterozygotnosti. Hybridní odrůdy se liší od odrůd - populací svojí uniformitou (vyrovnaností).

Existují tři typy hybridů:

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| - jednoduché hybridy | $A \times R$ |
| - hybridy ze tří komponent | $(A \times B) \times R$ |
| - dvojité hybridy | $(A \times B) \times (R \times S)$ |

Výhoda hybridů spočívá ve větší fyziologické výkonnosti, projevující se vyššími výnosy a větší odolností k nepříznivým podmínkám prostředí. Odolnost k chorobám kontrolovaná jedním genem bývá často dominantní a hybridy pak spojují rezistenci obou rodičů. Je proto lehčí dosáhnout komplexní rezistence u hybridů než u linií. Také mnohé polygenně založené rezistence jsou výraznější na heterozygotní než na homozygotní úrovni. Geneticky heterogenní hybridy mívají delší trvání rezistence než homogenní, poněvadž přirozená selekce patogena bývá tím menší, čím větší je genetická variabilita

hostitelské rostliny. V tomto ohledu je proto možné hybridy zařadit mezi linie a klony na straně jedné a populace na straně druhé.

Hybridní šlechtění je tím vhodnější, čím větší je heteróze a čím větší je variance specifické kombinační schopnosti ve šlechtitelském materiálu. K dispozici musí být samozřejmě i vhodný hybridní mechanismus, tj. ekonomicky výhodný postup ke kontrolovanému křížení rodičovských komponent pro produkci osiva.

Heteróze je vyšší výnos heterozygotů proti srovnatelným homozygotům. U hybridů s homozygotními rodiči je heteróza převaha výnosu hybridů proti rodičům. Výše heteróze bývá u cizosprašné kukuřice, žita a cukrovky 10 až 20krát větší než u samosprašné pšenice a rýže. Částečně cizosprašná řepka leží uprostřed mezi nimi. U určitého druhu je heteróze pro určitý znak tím vyšší, čím komplexnější je její projev a čím více koreluje s životností (fitness). Proto je heteróze pro výnos několikanásobně vyšší než pro výšku rostliny, nebo pro výnos semen než pro morfologické vlastnosti.

Geneticky se heteróze vysvětluje třemi hypotézami:

- dominancí, při níž na většině genetických lokusů, které kontrolují příslušný znak, je vždy příslušná alela částečně nebo zcela dominantní. Heteróze je pak součtem dominantních efektů všech heterozygotních lokusů,

- superdominancí, protože je zpochybňováno, že by výše uvedený efekt mohl vysvětlit celý rozsah heteróze (zvláště u cizosprašných) a dovozuje se, že na mnoha lokusech je superdominance,

- epistáze vysvětluje heterózu interakcí mezi geny různých lokusů, zejména pro znaky multiplikativní, sestávající se z parciálních vlastností.

V současné době se pokládá za převažující původ heteróze dominantní účinek genů.

Výchozí materiál

Výchozí materiál pro vývoj mateřských a otcovských komponent by měl mít vysokou výkonnost, kombinační schopnost a měl by náležet ke geneticky odlišným zdrojům (gene pool). Pomocí inzuchtů haploidizace nebo klonování se vytvoří rodičovské komponenty a pak se zkoušejí na kombinační schopnost a vlastní výkon.

Genotypická proměnlivost mezi kříženci spočívá v rozličné kombinační schopnosti rodičů. Jako efekty obecné kombinační schopnosti (general combining ability - GCA) určitého rodiče se označuje průměrná vyšší či nižší výkonnost kříženců tohoto rodiče ve srovnání se všemi možnými genotypy, u nichž byl rovněž použit jako rodič. Při aditivním účinku genů je genotypická hodnota křížence (Y) dána jen efekty GCA rodičů. Pokud však existují interakce mezi geny rodičů, vstupuje do genotypové hodnoty křížence jako další efekt specifická kombinační schopnost (specific combining ability - SCA):

$$Y_{ij} = \mu_Y + GCA_i + GCA_j + SCA_{ij}$$

kde: μ_Y - průměrná výkonnost kříženců,

i a j - dva libovolné rodiče

SCA-efekt křížence udává o kolik je nižší či vyšší heteróze ve srovnání s hodnotou, která by byla dosažena v důsledku vlastní výkonnosti obou rodičů a průměrné heteróze všech jiných kříženců. Proto je relativní hodnota SCA variance obecně korelována s heterózí. Maximální využití SCA efektů je u jednoduchých kříženců, u kříženců ze třech rodičů je poloviční a u dvojitých hybridů čtvrtinové.

Testy na kombinační schopnost se uskutečňují pomocí testeru, který musí pocházet z druhého gene-poolu (z jednoho se vybere matka, z druhého otec). Jako SCA tester (vlastně se jedná o GCA + SCA test) se použije nejlepší linie, klon, či jiný komponent.

Výnos lze odhadovat z GCA efektů (g):

pro hybrida	A x B	$\mu + g_A + g_B$
	(A x B) x R	$\mu + (g_A + g_B)/2 + g_R$
	(A x B) x (R x S)	$\mu + (g_A + g_B)/2 + (g_R + g_S)/2$

kde: A, B a R, S - linie z gene pool I, resp. II,

μ - odhad průměrného výnosu hybridů,

$g_A, g_B, \dots$ - efekty GCA linií A, B, ...

Tento odhad je vhodný i při výskytu významné SCA variance.

Z nejlepších rodičovských komponent se vytvoří experimentální hybridy a zkouší se nejméně ve třiletých pokusech na více lokalitách. Nový hybrid musí být odlišitelný, uniformní, stálý a měl by překonávat již povolené odrůdy.

Výchozí materiál musí mít vysokou úroveň výkonnosti, širokou genetickou variabilitu, kvalitu, rezistenci aj. Při použití cytoplazmatické pylové sterility (cytoplasmic male sterility - CMS) se musí na mateřské straně nahromadit udržovatelé sterility, na otcovské straně geny obnovitelů fertility. Aby byla umožněna reprodukce linií u autoinkompatibilních rostlin (žito, řepa), musí se rovněž nahromadit geny pro autofertilitu. Výchozí materiál je třeba stále zlepšovat rekurentní selekcí, přičemž je třeba udržovat větší populaci.

Rekurentní selekce je charakterizována opakovaným výběrem, přičemž po každém cyklu selekce následuje vzájemné prokřížení vybraných rostlin. Cílem je akumulace maximálního množství příznivých genů do jednoho genotypu (klon, linie aj.). Je proto nutné velké množství rekombinací (crossing-over), spojené se selekcí segregujících jednotek. To je nejlépe možné při malé intenzitě selekce.

Jako rodičovské komponenty se používají populace, jednoduší kříženci, inzuchtované linie nebo klony, přičemž kříženci i populace sestávají z vybraných inzuchtovaných linií. Po šesti generacích inzuchtů je na každém původně heterozygotním lokusu s 98% pravděpodobností homozygotnost, což postačuje.

U autoinkompatibilních nebo dvoudomých druhů je nejvhodnější opakované křížení identických sourozenců, avšak homozygotizace pak trvá asi třikrát déle než u samoo-

pylení. Jinou možnost představují haploidní techniky. Z prašníků nebo z vajíčka se nechají regenerovat *in vitro* haploidní embryony, které po spontánním nebo kolchicinem indukovaném zdvojení chromozómů dávají vznik zcela homozygotním rostlinám, tzv. dihaploidům.

Hybridní mechanismy

Nejrozšířenější je využití cytoplazmatické pylové sterility, u níž je pylová sterilita vyvolána cytoplazmatickými geny a může být jadernými geny (Restorer) odstraněna. U cytoplazmatických faktorů se jedná o mitochondriální geny, které se u trav a mnoha dalších druhů dědí čistě mateřsky. Takové geny byly nalezeny jak v konkrétních druzích, tak i v příbuzných druzích či rodech (auto- nebo alloplazmatická CMS). CMS a normální plazma se nechají molekulárně-geneticky diferencovat pomocí různé délky restričních fragmentů.

Interakce plazmotypu a genotypu u cytoplazmaticky-genově dědičné pylové sterility (CMS):

Plazmotyp ^a	Genotyp ^b	Fenotyp
S	<i>rfr</i>	sterilní
	<i>Rfr</i>	fertilní
	<i>RfRf</i>	fertilní
N	libovolný	fertilní

^a S - plazma indukující sterilitu, N - normální plazma

^b Rf nebo rf - Restorer, případně udržovací alela (jednoho lokusu)

CMS rostliny obsahují prázdné, silně degenerované prašníky, podle nichž se během kvetení lehce poznají. Při opylení s udržovatelem nebo neobnovitelem (rostliny bez Restorer genů) zůstává CMS v celém potomstvu zachována. Takto je možné vyrobit jakékoliv množství osiva mateřského komponentu hybridu. Pokud se ale nakříží s obnovitelem fertility, CMS se v potomstvu částečně nebo zcela odstraní, podle počtu a účinnosti genů obnovitele. Může to být rovněž ovlivněno ostatní částí genotypu a podmínkami prostředí.

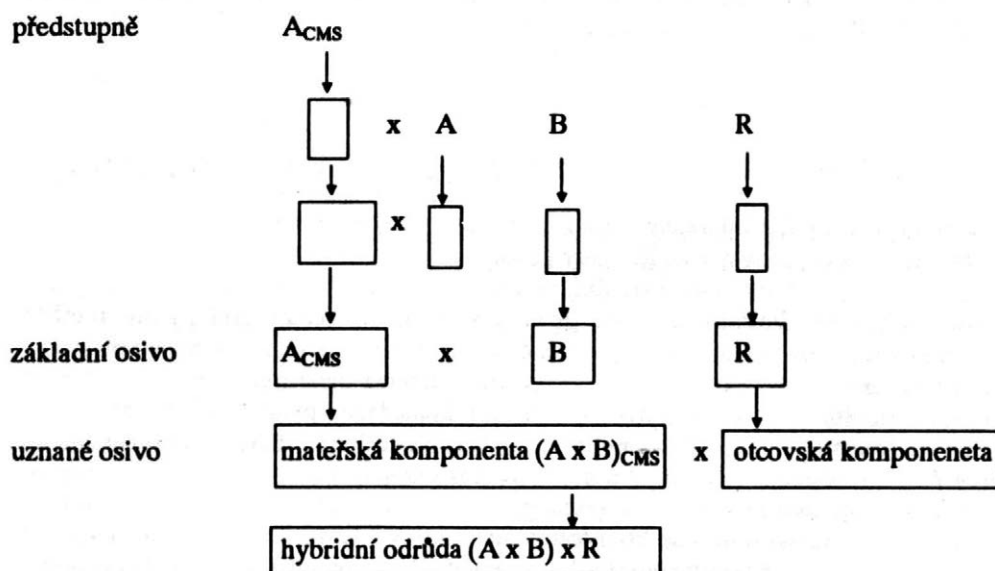
Existuje také čistě genově dědičná forma pylové sterility (GMS), jejíž využití je podstatně ztíženo vyštěpováním pylově fertálního potomstva při množení GMS rostlin. Používá se proto jen u několika zelenin, kde se dají pylově fertální rostliny včas rozpoznat a za úměrných nákladů odstranit.

Jinou alternativu představuje sporo- a gametofytická autoinkompatibilita (AI). Rostliny se stejným AI genotypem se navzájem nedají opylit, takže při kvetení dvou rozdílných genotypů musí vzniknout hybrid. Největším problémem je však množení rodičovských komponent. U zelí a jiných *Brassicaceae* je to možné opylováním poupat a u trav a *Chenopodiaceae* pomocí zvýšených či snížených teplot během kvetení.

Při použití CMS či GMS je tvorba mateřských komponent ztížena tím, že linie se musí vybavit sterilním faktorem opakovaným křížením, s čímž by se mělo začít už při začátku inzuchtování. Nejnáročnější je selekce na kombinační schopnost, avšak zanedbat se nesmí ani vlastní výkonnost, což ovlivňuje hospodárnost produkce osiva. U mnoha znaků existují úzké vztahy mezi vlastní výkonností a výkonností po křížení. Největší efektivnost je při víceetapové selekci. V počátečních generacích by měla být zaměřena na znaky s vysokou heritabilitou, lehce zjistitelné (výška, kvalitativní resistance, kvalitativní znaky). Takto zúžený materiál se testuje na kombinační schopnost, zejména pro výnos. Jen nejlepší komponenty postupují do konečného hodnocení na více místech a ve více letech. Pro tvorbu jednoho hybridu je třeba vyjít z několika tisíc rostlin - několika set v prvních zkouškách výkonu - několika desítek v konečném hodnocení.

Produkce osiva (Geiger, 1990)

První stupeň slouží k množení předkomponent, ve druhém se vyrábí osivo mateřské a otcovské komponenty a ve třetím vlastní hybridní osivo:



Při množitelském koeficientu 20 (žito, pšenice), 100 (kukuřice) nebo 500 (řepa, řepka, zelí) je třeba šesti, čtyř nebo tří generací, aby se vyrobilo osivo na 100 000 ha. Čím více generací, tím větší je nebezpečí, že se předstoupně komponent mohou kontaminovat cizooplením, či přimícháváním. Proto se často předstoupně i základní osivo množí v oblastech, kde se příslušný druh nepěstuje pro konzum (žito). Důležité je vyžrání osiva.

Při výrobě předstupňů se vedle prostorové izolace klade důraz na odstranění odlišných typů z porostu před kvetením. Pokud se odlišné typy zjistí pozdě, musí se zařadit před dalším množením kontrolní pěstování. Pro každý předstupeň komponent je nutné používat jiný secí stroj. Zvlášť pečlivě se množí pylově sterilní inzuchtované linie a pylově sterilní jednoduché hybridy. Mateřská a otcovská forma se pěstují v pruzích v poměru 2:1 až 4:1. Mezi pruhy musí být dostatečná prostorová izolace, jak pro odstraňování odlišných rostlin, tak i pro oddělenou sklizeň. Pomocí časové odlišného výsevu a odlišného výsevného množství, případně použitím růstových regulátorů se dosahuje synchronizace kvetení. Jako otcovská komponenta se často používá syntetická odrůda (opylovací syntetik) sestávající ze dvou či více rodičů, poněvadž jsou heterogenní, déle kvetou aj.

Při použití CMS nebo GMS se uznané osivo může vyrábět i ve směsi otcovské a mateřské komponenty, pokud se podaří otcovskou komponentu na základě odlišné velikosti semen, formy či barvy z osiva opět odstranit. Např. u cukrovky bývá mateřská komponenta monogamní, otcovská multigamní. Pokud se vyznačuje některý druh dobrým opylováním, může být podíl otcovské komponenty malý a nemusí se ze směsi odstraňovat (u žita postačí např. podíl 5 %). Použije-li se princip inkompatibility, vzniká na obou komponentách hybridní osivo.

Příklady šlechtění hybridních odrůd

Cukrovka (Smith, 1987) - Hybridní odrůdy založené na pylové sterilitě jsou diploidní, tetraploidní nebo triploidní ($2n = 3x = 27$). Pylová sterilita je cytoplazmaticko-genetická v důsledku interakce sterilní cytoplazmy (S) a normální cytoplazmy (N) se dvěma jadernými geny *X* a *Z*. Rostliny genotypu S_{xxxz} jsou zcela pylově sterilní, S_{xzzz} a S_{xxzz} jsou zpoloviny pylově sterilní, avšak subjektivně obtížně odlišitelné od pylově fertálních rostlin. Dominantní alela genu *X* je obnovitel komplexní pylové fertility a dominantní alela genu *Z* je obnovitel částečné fertility u rostlin s *S* cytoplazmou. Rostliny s *N* cytoplazmou jsou pylově fertální. Kříženci mezi rostlinami s genotypem N_{xxxz} (normální cytoplazma a pylově fertální) s S_{xxxz} dávají pylově sterilní potomstvo. Linie udržovatel genotypu N_{xxxz} byl označen O (u kukuřice je obvyklé označení takové linie B). Nakřížením CMS rostlin s O linií několikanásobným zpětným křížením se vytvoří pylově sterilní ekvivalent (analog) linie O, označovaný jako A linie u jiných plodin. Pro mateřskou linii se kříží testované rostliny s CMS matkou. Semena se pak vysejí a pokud je celé potomstvo sterilní, znamená to, že pylový rodič měl $xxxz$ genotyp a je vhodný jako O typ. Otcovská linie se vytvoří rekurentní selekcí se zkoušením potomstva, což je možné pokud jsou rostliny alespoň zčásti autofertální. Většinou se používají víceklíčkové populace, poněvadž jsou efektivnější v produkci pylu a zaručují lepší opylení CMS linií. Použití takového pylového producenta v poslední generaci produkce komerčního osiva je možné.

Produkce hybridního osiva tedy vyžaduje tři komponenty: CMS linie, linie typu O udržovatele a diploidní nebo tetraploidní producenty pylu. Jednoduché hybridy vzni-

kají křížením dvou linií, přičemž mateřské musí být CMS monogamní. Byl-li pylový rodič tetraploidní, je hybrid triploidní.

Řepka (Geiger, 1990) - Je cizosprašná asi z 25 %, je vhodná pro biotechnologické manipulace a má vysoký rozmnožovací koeficient. Využívá se CMS i autoinkompatibilita. Zdroje CMS byly zjištěny jak v řepce, tak i v příbuzných družicích a rodech (*Raphanus*). Pro autoplazmatickou CMS působí téměř všechny typy řepky jako obnovitel. Tzn. že je k dispozici jen jeden geneticky úzký mateřský materiál. Navíc je CMS při teplotách nad 30 °C nestabilní. *Raphanus*-CMS se lehce udržuje, avšak ruší se jadernými geny *Raphanus*. Při nízkých teplotách (pod 12 °C) vznikají chlorózy, působené špatnou koadaptací mezi geny v plastidech ředkve a jadernými geny řepky. Podařilo se však z *Raphanus*-cytoplazmy přenést jen mitochondrie, které vyvolávají CMS, a ne plastidy. Proto je nyní *Raphanus*-cytoplazma použitelná bez výhrad. Autoinkompatibilita (AI) se u řepky nevyskytuje, ale lze ji přenést z řepice a také zpětným křížením i gentechnologickým transferem. Pro tvorbu předstupňů komponent je efektivní haploidní technika. Výhoda AI je v tom, že výroba uznaného osiva se může provádět ve směsi. Problémem je výroba předstupňů komponent (používá se opylování poupat, tepelné účinky, ošetření CO₂, růstové aktivní látky aj.). Na straně otcovského komponentu lze AI vynechat, pokud se uznané osivo nepěstuje ve směsi, ale v pruzích. Nevýhodou CMS je menší produkce nektaru. Celkem jsou pro hybridní odrůdy řepky příznivé předpoklady.

Žito (Geiger, 1990) - Výroba hybridního osiva byla umožněna objevem „Campa“ cytoplazmy u argentinského lesního žita, z něhož byla indukována pylová sterilita dobře přenosná do linií a dobře obnovitelná fertilita *R*-geny. Obnova fertility je dána nejméně dvěma hlavními geny a neznámým počtem modifikujících genů. V Hohenheimu (SRN) začali ihned po objevu Pampa-CMS s hybridním šlechtěním, které bylo ulehčeno dostupností obsáhlého sortimentu autofertilních inzuchtních linií. Odrůdy-populace Petkus a Carsten představovaly adaptované, výkonné zdroje genů (gene-pool) s velkou genetickou divergencí a heterózou 15 až 20 % při vzájemném křížení. Mateřské linie bylo třeba homozygotizovat, aby bylo dosaženo dobré kontroly CMS. První tři hybridní odrůdy byly v Německu povoleny v roce 1984, nyní je jich v evropské listině 11. Mají vyšší výnos a kratší slámu, nové jsou navíc nepoléhavé a mají lepší pekařskou kvalitu. Podíl hybridního žita na množitelských plochách činil v roce 1988 asi 8 %, cena byla asi dvojnásobná. Perspektivy šlechtění hybridního žita jsou tedy příznivé.

Pšenice (Allan, 1987) - V USA bylo k dispozici dvacet hybridních odrůd, využívajících cytoplasmaticko-genetickou sterilitu a chemické gametocidy. Jejich plocha pěstování však byla nízká, i když se každoročně zvětšovala.

Výhled

U mnoha plodin není hybridní šlechtění možné, poněvadž chybí hybridní mechanismus. Například u vojtěšky chybí spolehlivý udržovatel cytoplasmatické pylové steri-

lity (Hill, 1987) a proto je dosud produkce hybridního osiva neekonomická. Aplikací streptomycinu, mitomycinu a jiných mutagenů se u kukuřice a čiroku podařilo vyvolat stabilní CMS. Technika fúze protoplastů by mohla místo zdlouhavého zpětného křížení umožnit přenos CMS do mateřského genomu, což se podařilo u tabáku, brambor a rýže. Předpokládá se izolace R-genů a jejich přenos do genomu vybrané otcovské linie. Bude možné vybavit mateřské komponenty geny rezistence k herbicidům a pak otcovské rostliny herbicidem zničit. Vždyť už dnes existují klonované geny pro odolnost k herbicidům a již se podařil jejich přenos (tento postup by byl vhodný třeba u řepky). Lze však očekávat i vývoj nových gametocidů.

Hybridní osivo bude možné získat nejen křížením rodičovských komponent na poli, ale i kulturou *in vitro*. Malé naklonované rostlinky nebo somatické embryony lze pak uzavřít do granule s výživným roztokem, na přechodnou dobu uskladnit a pak strojem vyset, což se už podařilo u mrkve.

Závěrem je možné konstatovat, že šlechtění hybridních odrůd bude stále významnější, zejména u allogamních a částečně allogamních druhů.

Literatura

- ALLAN, R. E.: Wheat. In: FEHR, W. R. (Ed.): Principles of cultivar development. 2nd Vol., New York, Mac Millan, 1987, s. 699-748.
- FALCONER, D. S.: Introduction to quantitative genetics. , London, Longman, 1989, s. 438.
- GEIGER, H. H.: Wege, Fortschritte und Aussichten der Hybridzüchtung. In: HAUG, G.-SCHUHMAN, G. - FISCHBECK, G. (Ed.): Pflanzenproduktion im Wandel. Weinheim, VCH Verlagsges., 1990, s. 41-72.
- HILL, R. R.: Alfalfa. In: FEHR, W. R. (Ed.): Principles of cultivar development. 2nd part, New York, Mac Millan 1987, s. 11-39.
- CHLOUPEK, O.: Šlechtitelské postupy. Genet. a Šlecht., 28, 1992, s. I-VIII (Příloha).
- JENSEN, N. F.: Plant breeding methodology. Wiley - New York - Chichester - Brisbane - Toronto - Singapore, Wiley, 1988, s. 676.
- KUCKUCK, H. - KOBABE, G. - WENZEL, G.: Grundzüge der Pflanzenzüchtung. de Gruyter, 5.ed. 1985, s. 254.
- PIRŠELOVÁ, B.: Hybridní šlechtění žita. Genet. a Šlecht. 27, 1991, s. I-XVI (Příloha).
- RICHARDS, A. J.: Plant breeding systems. 2nd Ed., London, Unwin Hyman 1990, s. 529.
- SMITH, G. A.: Sugar beet. In: FEHR, W. A. (Ed.): Principles of cultivar development. 2nd part, New York, Mac Millan 1987, s. 577-625.
- WRICKE, G. - WEBER, W. E.: Quantitative genetics and selection in plant breeding. Berlin - New York, W. de Gruyter 1986, s. 406.

of the breeder. The review comprises successful textbooks and is concerned to sugar beet which hybrid varieties begin to be grown in Czechoslovakia and to rape and rye which are not successfully bred in Czechoslovakia yet. Choice of parents using combining ability, hybrid mechanisms, seed production, examples of breeding (sugar beet, rapeseed, rye, wheat) and perspectives of breeding of hybrid varieties are parts of the paper.

breeding; hybrid varieties; methods; combining ability; choice of parents; hybrid mechanisms; seed production; sugar beet; rapeseed; rye; review

ŽIVOTNÍ JUBILEA

K sedmdesátinám Ing. Františka B r ů c k n e r a , CSc.

Ing. František B r ů c k n e r, CSc., významná osobnost výzkumu a šlechtění ječmene, oslaví 20. ledna 1993 své sedmdesáté narozeniny. Svoji aktivní vědeckovýzkumnou a šlechtitelskou činnost ve Výzkumném ústavu obilnářském v Kroměříži ukončil v roce 1988, ale ve svých myšlenkách, úvahách i publikacích se stále vrací k problémům, které provázely jeho práci.

Ing. František B r ů c k n e r, CSc., zasvětil svůj život výzkumu a využívání genetických zdrojů ječmene vůči významným chorobám, zvláště padlí travnímu a rzi ječné. Po absolvování VŠZ v Brně v roce 1949 nastoupil na sklonku roku 1951 do tehdejšího Výzkumného a šlechtitelského ústavu polních plodin v Kroměříži. Nejdříve se věnoval problematice sněti (ovsíkové, ovesné, prašné) a plísni sněžné. Od roku 1956 začal řešit problematiku omezování škodlivosti padlí travního a později i rzi ječné využitím geneticky podmíněných odolností. V roce 1964 obhájil ve VÚRV v Praze-Ruzyni svoji kandidátskou práci na téma „využití odrudové odolnosti ječmenů ve šlechtění na vzdornost vůči padlí travnímu“.

Svoji první práci o dědičnosti odolnosti k padlí, která potvrzovala u nás v té době potlačovanou mendelovskou genetiku, musel ing. B r ů c k n e r (s pomocí dr. Novérové) publikovat v zahraničním tisku. Na základě svých výsledků zpracoval mnoho vědeckých a odborných příspěvků zaměřených na studium odolných forem ječmene k padlí travnímu a rzi ječné, na sledování populací obou patogenů a zvláště na využití odolnosti ve šlechtění a s tím související metodické otázky. O jejich kvalitě svědčí mezinárodní uznání i přesto, že všechny rozhodující práce zveřejnil v domácích vědeckých periodikách, zvláště v časopise Genetika a šlechtění. Jeho poznatky jsou stále vodítkem i pro některé účastníky 8. Evropské a středozemní konference o obilnách rzích a padlí, která se konala letos v září ve Weißenstephanu (SRN).

Již při obhajobě své první závěrečné práce musel ing. B r ů c k n e r čelit kritice z řad šlechtitelů na zaměření své práce. Nekulturní rezistentní genetické zdroje se jevily jako příliš vzdálené než aby mohly být využity při tvorbě našich kvalitních ječmenů. Podobné názory, že využití původních rezistentních zdrojů bude mít za následek zhoršení sladovnické hodnoty (Lekeš, 1968) a že na tvorbě významných sladovnických odrůd se podílí jen menší počet výchozích „dárců“ s vynikajícím genotypem (Lekeš, 1961), se staly nejednou vážnou překážkou v práci. Ing. František B r ů c k n e r, CSc., však svými výsledky jednoznačně prokázal, že opak je pravdou. Proto překvapuje, že obdobné, dávno překonané a nekvalifikované názory se objevují i dnes.

Příznačnými rysy ing. Františka B r ů c k n e r a, CSc., však je racionální a úsporný přístup k práci, a jeho úsilí zaměřené na realizaci výzkumných poznatků, zvláště ve šlechtění ječmenů jarních. Především jeho zásluhou a v úzkém spojení se šlechtiteli ječmene jarního se dařilo významně podporovat výnosovou stabilitu moderních odrůd této plodiny. Odrůda Ametyst byla první se zabudovanou alelou Ml-a lokusu vůči padlí travnímu. Za ní následovaly další. Z nejdůležitějších alespoň Spartan s alelou Ml-a9, Korál (Ml-a13) a Rubín (Ml-a1). Vytvořené rezistentní linie byly využity v řadě našich a mnoha zahraničních odrůdách. Intenzivní výzkumnou šlechtitelskou a osvětovou práci ing. Františka B r ů c k n e r a, CSc., bylo dosaženo stavu, kdy jsou od roku 1972 v Československu povolovány a od roku 1979 také pěstovány výhradně odrůdy obsahující alespoň jeden s celkem 13 v Československu dosud uplatněných genů specifické odolnosti k padlí travnímu.

O uznání výsledků práce ing. Františka B r ů c k n e r a, CSc., a o jeho vážnosti mezi šlechtiteli svědčí mimo jiné i přiznání spoluautorství na odrůdách ječmene jarního Korál, Spartan, Bonus, Fatran a Zenit.

Ing. František B r ů c k n e r, CSc., potvrdil také osobní schopnost dotáhnout výzkumné poznatky do praktické podoby. S nepatrným rozsahem šlechtitelských školek jarního ječmene, navíc zaměřených především na převádění odolností z nekulturních variet do kvalitních sladovnických linií, dokázal vyšlechtit odrůdy Kárat (první odrůda kombinující ve své době účinné odolnosti k padlí a rzi ječné), Malvaz (s originální odolností) a Terno (s novou kombinací dvou genů odolnosti k padlí). V roce jubilentova výročí je očekáváno povolení jeho intenzivní odrůdy Forum (KM-BR S2) vyznačující se odlišným morfotypem, nových, dosud nejúčinnějším genem rezistence k padlí (*ml-o*) a špičkovou jakostí zrna.

Díky soustředěné experimentální a šlechtitelské práci doplněné o studium zahraničních výsledků, přesáhly znalosti ing. Františka B r ů c k n e r a, CSc., rámec řešené problematiky. Dosáhl hlubokého pochopení biologických procesů a zákonitostí, zvláště ve vztahu k ječmeni a sledovaným chorobám. Je proto nenahraditelnou ziráťou, že jeho znalosti nebyly využity v pedagogické činnosti, ve vědeckých, redakčních ani jiných odborných radách a komisích.

Ing. Františku B r ů c k n e r o v i, CSc., přejeme i touto cestou hodně zdraví.

Ing. Antonín D r e i s e i t l, CSc.

INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION FOR AGRICULTURE

Slezská 7, CS 120 56 Praha 2, ČSFR, FAX.: (004222) 25 70 90

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Academy of Agricultural Sciences of the CSFR. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with summaries in English or in English with summaries in Czech or Slovak, except *Scientia agriculturae bohemoslovaca*, which is in the English language only.

Subscription to these journals be sent to the above-mentioned address.

Periodical	Number of	
	issues per year	pages
Rostlinná výroba (Plant Production)	12	96
Veterinární medicína (Veterinary Medicine)	12	64
Živočišná výroba (Animal Production)	12	96
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12	96
Lesnictví (Forestry)	12	96
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4	80
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4	80
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4	80
Zahradnictví (Horticulture)	4	80
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6	80

**Vědecký časopis GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ • Vydává Akademie zemědělských věd ČSFR
- Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází čtyřikrát ročně • Redaktorka
RNDr. Marcela Braunová • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 25 75 41 • Sazba
a tisk ÚVTIZ Praha • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1992.**

**Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS,
doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6**