

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Czech Journal of
**GENETICS AND
PLANT BREEDING**

Genetika a šlechtění

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

3

VOLUME 35
PRAGUE 1999
ISSN 1212-1975

CZECH JOURNAL OF GENETICS AND PLANT BREEDING

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agrindex, Biol. Abstr., Bibl. Agri., Chem. Abstr., Field Crop Abstr., Helminthol. Abstr., Herb. Abstr., Landwirt. Zentralbl., Plant Breed. Abstr.

EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

Chairman – Předseda

Ing. Václav Šíp, CSc

Members of the Editorial Board – Členové redakční rady

Ing. Bohumír Cagaš, CSc., prof. Ing. Jiří Černý, DrSc., Ing. Antonín Fojtík, CSc., Ing. Alena Hanišová, prof. Ing. Oldřich Chloupek, DrSc., Ing. Josef Konrád, CSc., prof. Ing. Antonín Kováčik, DrSc., Ing. Josef Pešek, DrSc., prof. dr. Ing. Jan Rod, DrSc., RNDr. Erik Schwarzbach, dr. agr. habil., Ing. Josef Špunar, CSc., Ing. Jaroslav Tupý, DrSc.

Foreign Members of the Editorial Board – Zahraniční členové redakční rady

Dr. I. Bos (The Netherlands), Prof. Dr. V. A. Dragavcev (Russia), PD. Dr. A. Jahoor (Denmark), Prof. Dr. A. Mesterházy (Hungary), O. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. P. Ruckebauer (Austria), Prof. Dr. Z. Staszewski (Poland), RNDr. D. Šubová (Slovak Republic), Ing. M. Užík, DrSc. (Slovak Republic)

Editor-in-Chief – Vedoucí redaktorka

Ing. Marie Černá, CSc.

Aims and scope: The journal publishes original scientific papers, preliminary reports, short communications and reviews. Paper are published in English, Czech, or in Slovak.

Periodicity: The journal is published quarterly, Volume 35 appearing in 1999.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Marie Černá, CSc., editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January-December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1999 is 62 USD (Europe), 64 USD (overseas).

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, předběžná krátká sdělení a odborná review. Práce jsou publikovány v angličtině, češtině nebo ve slovenštině.

Periodicita: Časopis vychází čtvrtletně. Ročník 35 vychází v roce 1999.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Marie Černá, CSc., vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden-prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1999 je 232 Kč.

IMPACT OF HOMOEOLGIOUS GROUP 5 CHROMOSOMES WITH DIFFERENT *vrn* LOCI ON LEAF SIZE AND TILLERING*

VLIV CHROMOZOMŮ PÁTÉ HOMOEOLGICKÉ SKUPINY S ROZDÍLNÝMI LOKUSY *vrn* NA VELIKOST LISTŮ A ODNOŽOVÁNÍ

J. Košner, K. Pánková

Research Institute of Crop Production, Prague-Ruzyně, Czech Republic

ABSTRACT: Genetic factors influencing leaf size (length, width, area of the first leaf) were studied using reciprocal substitution lines between winter wheat cultivars with a high vernalization requirement (Mironovskaya 808) and a low vernalization requirement (Bezostaya 1), where the presence of different recessive *vrn* alleles is supposed. In addition to differences between the effects of individual group 5 chromosomes were established and impact of different sowing dates on leaf area and tiller number was detected. Cultivars Mironovskaya 808, Bezostaya 1 and substitution lines Mironovskaya 808 (Bezostaya 1 5A), Mironovskaya 808 (Bezostaya 1 5B), Mironovskaya 808 (Bezostaya 1 5D) and reciprocal substitution lines Bezostaya 1 (Mironovskaya 808 5A), Bezostaya 1 (Mironovskaya 808 5B) and Bezostaya 1 (Mironovskaya 808 5D) were sown on ten different dates. Evaluation of the effect of the lines has shown considerable impacts of genetic factors on leaf area. Lines with Mironovskaya 808 genetic background have smaller leaves and substitutions with homoeologous group 5 chromosomes of Bezostaya 1 cause further reduction of the size. Inversely, lines with Bezostaya 1 genetic background have larger leaves and chromosomes of Mironovskaya 808 cause their extension. Most distinctive enlarging effect was detected in substitution line Bezostaya 1 (Mironovskaya 808 5B). We can infer some relations from analysis of the impact of homoeologous group 5 chromosomes carrying loci *vrn* and comparing it to the effect of these chromosomes on vernalization response. Chromosome 5B of Mironovskaya 808, which most effectively reduces vernalization requirement (Košner, Pánková, 1997), also most effectively caused the extension of leaf area. It is possibly due to the pleiotropic effect of *vrn* genes. Relatively scarce occurrence of significant interactions homoeologous group 5 chromosomes x genetic background suggests independence of their effects. Sowing date significantly influences both wheat leaf size and tiller number. Under timely sowing date both leaf area and tiller number are on a high level, under later sowing dates first tiller number drops, followed then by leaf area. Least advantageous is the sowing date when plants germinate during winter months. Tiller number is low but leaf area is not negatively influenced when plants germinate in spring.

Keywords: *Triticum aestivum*; wheat; *Vrn*-genotypes; vernalization response; leaf size

ABSTRAKT: Použitím reciprokých substitučních linií mezi odrůdami ozimé pšenice s vysokými nároky na jarovizaci (Mironovská 808) a s nízkými nároky na jarovizaci (Bezostá 1), u nichž se předpokládá, že mají rozdílné recesivní alely *vrn*, byly sledovány genetické faktory ovlivňující velikost listů (délka, šířka, plocha prvního listu) a dále byly určovány rozdíly v působení jednotlivých chromozomů páté homoeologické skupiny. Byl zjišťován vliv různých termínů výsevu na plochu listů a počet odnoží. Odrůdy Mironovská 808 a Bezostá 1 a substituční linie Mironovská 808 (Bezostá 1 5A), Mironovská 808 (Bezostá 1 5B), Mironovská 808 (Bezostá 1 5D) a k nim reciproké substituční linie Bezostá 1 (Mironovská 808 5A), Bezostá 1 (Mironovská 808 5B) a Bezostá 1 (Mironovská 808 5D) byly pěstovány při deseti termínech výsevu. Z hodnocení vlivu linií je zřejmé, že genetické faktory mají na velikost listů značný vliv. Linie s genetickým pozadím Mironovská mají menší listy a substituce chromozomů páté homoeologické skupiny z Bezosté je ještě zmenšují. Naopak linie s genetickým pozadím Bezosté mají listy větší a chromozomy z Mironovské je zvětšují. Nejvýrazněji se na zvětšení listů uplatňuje substituční linie Bezostá 1 (Mironovská 808 5B). Rozborem působení chromozomů páté homoeologické skupiny nesoucích lokusy *vrn* a jeho porovnáním s vlivem těchto chromozomů na jarovizační reakci je možné usuzovat na určité souvislosti. Chromozom 5B z Mironovské, snižující nejvíce potřebu jarovizace (Košner, Pánková, 1998), nevíce působil na zvětšení plochy listů. Je možné, že se jedná o pleiotropní efekt genů *vrn*. Poměrně řídký výskyt průkazných interakcí chromozomy páté homoeologické skupiny x genetické pozadí naznačuje nezávislost jejich působení. Velikost listů pšenice i počet odnoží jsou statisticky významně ovlivňovány dobou výsevu. Při včasném výsevu je plocha listů i počet odnoží na vysoké úrovni, při pozdějších výsevech nejprve klesá počet odnoží a pak i plocha listů. Nejméně výhodný je termín, při kterém vzházení rostlin probíhá v průběhu zimních měsíců. Při vzházení na jaře zůstává na nízké úrovni počet odnoží, zatímco plocha listů tak negativně ovlivněna není.

Klíčová slova: *Triticum aestivum*; pšenice; *Vrn*-genotypy; jarovizační reakce; plocha listů

* The research was supported by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic (Project No. EP 7235).

INTRODUCTION

Growth habit of wheat (winter, spring) is genetically determined especially by genes *Vrn1*, *Vrn 2*, *Vrn3*, which have two or more alleles (Pugsley, 1971; Snape *et al.*, 1976). Dominant alleles are inhibitors of vernalization requirement and determine spring growth habit. These very important genes are located on chromosomes 5A, 5B, 5D (Law *et al.*, 1976; Maistrenko, 1980).

Winter cultivars have a recessive constitution of all three loci (Pugsley, 1972). Vernalization requirement in winter cultivars is strong but diverse. Differences between vernalization requirements of winter cultivars suggest diversity of recessive *vrn* alleles (Pugsley, 1971), or effect of modifying genes in genetic background (Gotoh, 1980, 1983).

In our preceding experiment (Košner, Pánková, 1998) genetic determination of vernalization requirement of winter wheat cultivars was detected using substitution lines with reciprocal substitutions of chromosomes carrying recessive *vrn* alleles (homoeologous group five chromosomes) between a winter cultivar with high (Mironovskaya 808) and a cultivar with low vernalization requirement (Bezostaya 1). Reciprocal substitution lines of the same chromosome, carrying the *vrn* locus, showed different responses to vernalization deficit and the differences were demonstrated in all observed reciprocal chromosomes. Diverse vernalization requirement of winter wheat cultivars has thus shown to be a result of multiple alleles of *vrn* loci, which are carried on the observed chromosomes. We inferred in an experiment that the genotypes of winter wheat cultivars could include different alleles *vrn* determining vernalization requirement.

After satisfying vernalization requirement the life cycle of wheat continues, which represents a sequence of growth and development phases. The course of the phases probably strongly influences many of agronomically important characters. Length and course of individual phases depend on the environment where the plants are grown, and on the complex of genetic factors governing vernalization response, photoperiod response and earliness *per se*.

Stelmach (1993) studied genetic effects of dominant *Vrn* genes on time to heading and agronomic traits in wheat. He assumes that the impact of the *Vrn* genotypes is stronger than the influence of background and environment.

Other agronomically important genes have been found besides locus *Vrn* on the homoeologous group five chromosomes. *Q* gene located on 5A chromosome governs morphology of the spike (normal and speltoid habit), *B1* gene inhibits the development of awns. The order of the genes was established: *centromere* – *Vrn1* – *Q* – *B1*. In *Vrn1* locus a linkage was determined with RFLP markers Xbcd450, Xrz395 (0.8 cM) and Xpsr426 (5.0 cM). The area neighbouring with *Vrn* was

located in the centre of the long arm of the chromosome (Kato *et al.*, 1998).

Gene *Fr 1* governing frost resistance is another important gene of this chromosome. The genes *Vrn1* and *Fr 1* were located using RFLP markers (Galiba *et al.*, 1995) closely attached to the distal part of long 5AL arm and recombinations have been found between them allowing to separate the vernalization requirement from frost resistance.

The aim of our experiment was to establish the impact of homoeologous group five chromosomes, which carry *vrn* alleles responsible for diverse vernalization requirement, leaf area and tillering in wheat.

MATERIAL AND METHODS

Defined materials which allow to distinguish the effects of chromosomes (with *vrn* alleles) from the effect of the genetic background, originated from reciprocal substitutions of the homoeologous group 5 chromosomes (5A, 5B, 5D chromosomes) between winter wheat genotypes Mironovskaya 808 and Bezostaya 1 having contrasting vernalization requirements. Substitution lines were produced by four generations of back crosses (four generations of crosses, each followed by a generation of self-pollination) with the monosomic lines for a given chromosome of the cultivars Mironovskaya 808 and Bezostaya 1. These lines in turn originated from six generations of back crosses between the two cultivars and monosomic lines of the cultivar Zlatka.

Substitution lines obtained in this way were: Mironovskaya 808 (Bezostaya 1 5A), Mironovskaya 808 (Bezostaya 1 5B), Mironovskaya 808 (Bezostaya 1 5D), and the reciprocal Bezostaya 1 (Mironovskaya 808 5A), Bezostaya 1 (Mironovskaya 808 5B) and Bezostaya 1 (Mironovskaya 808 5D). The original cultivars Mironovskaya 808 and Bezostaya 1 are designated Mir and Bez hereinafter.

The effect of the 5A, 5B and 5D chromosomes on vernalization response was already established in our previous works with the same materials (Košner, Pánková, 1997).

An experiment to observe the leaf area and tillering started in autumn 1996 as a field trial with replications. Each plot consisted of two rows 1 m long, distance between the rows was 15 cm; each row was manually sown with 20 seeds of one of the original cultivars or one of the six substitution lines.

There were 10 variants of sowing dates to get a wide range of environmental conditions, and to determine interactions between genotypes and environment. The variants were sown in two repetitions in weekly intervals from 1 October to 3 December 1996. The experiment included altogether 160 plots, which were watered immediately after sowing to ensure uniform germination of plants. The number of plants was adjusted to 30 per plot in spring.

I. Evaluation of length, width and area of leaves by analysis of variance

Source of variability	Leaf length					Leaf width					Leaf area				
	sum of squares	DoF	mean square	F-stat	significance	sum of squares	DoF	mean square	F-stat	significance	sum of squares	DoF	mean square	F-stat	significance
Line	7023.488	7	1003.355	3.109	0.0064	138.206	7	19.744	9.956	0.0000	1509493.610	7	215641.944	6.545	0.0000
Error	23236.900	72	322.735			142.782	72	1.983			2372385.435	72	32949.798		
Total	30260.388	79	383.043			280.988	79	3.557			3881879.045	79	49137.709		

Besides determining the leaf area and tillering the experiment also aimed to establish the impact of the observed chromosomes on the growth phases and on agronomic characters in wheat.

First leaves from five plants of each variant of the first sowing date were scanned to establish their exact area, length and width by computer processing. The average coefficient 0.83 was computed for the leaf area to the rectangular area (length x width of the leaves).

The length and width of leaves in ten plants per each plot (all sowing dates and replications) was measured and approximate leaf area was calculated. Number of tillers was concurrently detected on the plants. The data on leaf measurements on the first sowing date were used to detect the impact of homoologous group five chromosomes, and the data on leaf length and width measurements on all sowing dates were used to establish the effect of sowing dates.

The results were assessed by biometrics. Initially the effect of individual lines on the length, width, and leaf area on the first sowing date was evaluated by the analysis of variance (ANOVA).

Main evaluation was to make estimates of genetic differences as the effect of the individual homoologous group five chromosomes, estimates of the impact of sowing dates, genetic background and of interactions. We proceeded from the models where mean values of the averages of the genotypes determining the differences (Table I) were compared and significance was established by pair t-test. Bases for the evaluations were statistical models by Mather and Jinks (1971).

The experiment was globally evaluated by multifactor analysis of variance to determine the impact of the sowing dates on leaf area and number of tillers.

RESULTS AND DISCUSSION

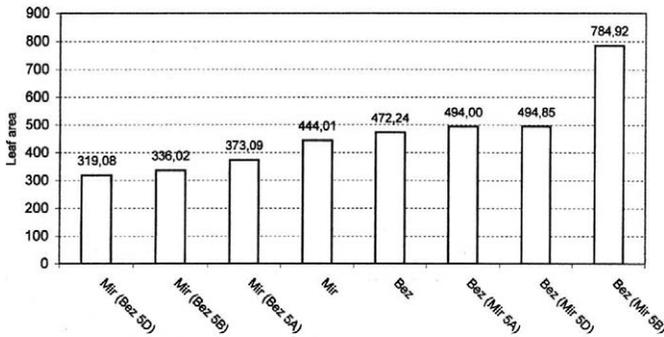
Impact of the lines on leaf size on optimal sowing date

The evaluation of the experiment by analysis of variance (Table I) showed significant differences between the lines in length, width and area of the leaves. The lines with genetic background of Mir had smaller leaves in all observed parameters, leaves of substitution lines being smaller in all observed parameters than the original genotype Mironovskaya 808. The situation was inverse in the lines with genetic background Bezostaya I. The substitution lines showed higher values than the original Bezostaya I (Table II).

Evaluation of significant differences of leaf length resulted in two homologous groups. Group 1: Mir (Bez 5D), Mir (Bez 5B), Mir (Bez 5A), Mir and Bez with general mean 84.62 mm and confidence interval (95%) from 79.56 to 89.68. Group 2: Mir (Bez 5B), Mir (Bez 5A), Mir (Bez 5D), Bez (Mir 5A), Bez (Mir 5D), Bez (Mir 5B) with general mean 92.66 mm with confidence interval (95%) from 88.38 to 96.94. Lines Mir (Bez 5B), Mir (Bez 5A), Mir and Bez, matching with both homologous groups, form a particular cluster.

II. Average length, width and area of leaves in studied lines and their integration into homologous groups

Line	Leaf length		Leaf width		Leaf area	
	mean (mm)	homologous groups	mean (mm)	homologous groups	mean (mm ²)	homologous groups
Mir (Bez 5D)	70.70	I	5.02	I	319.08	I
Mir (Bez 5B)	83.70	I I	4.74	I	336.02	I
Mir (Bez 5A)	84.50	I I	5.15	I	373.09	I
Mir	91.00	I I	5.80	I	444.01	I
Bez	93.20	I I	5.88	I	472.24	I
Bez (Mir 5A)	96.30	I	5.98	I	494.00	I
Bez (Mir 5D)	97.60	I	6.03	I	494.85	I
Bez (Mir 5B)	102.30	I	9.24	I	784.92	I



1. Average leaf area of cultivars Bezostaya I, Mironovskaya 808, and reciprocal substitution lines for homoeologous group five chromosomes

Two homologous groups also arose from evaluation of leaf width. Group 1 included all lines except for Bezostaya (Mironovskaya 5B), with general mean 5.51 mm and confidence interval (95%) from 5.18 to 5.85. Group 2 included only Bez (Mir 5B) with the mean 9.24 mm and confidence interval (95%) from 8.35 to 10.13.

The evaluation of the leaf area showed the same distribution into homologous groups as in the case of the leaf width. The average of group 1 was 419.04 mm² with a confidence interval (95%) from 375.79 to 462.29, and group 2 – Bez (Mir 5B) had the average 784.92 with a confidence interval (95%) from 670.49 to 899.35 (Fig. 1).

The order of the lines was identical in leaf length and area, the least values were in Mir (Bez 5D) and the highest values in Bez (Mir 5B). The order of leaf width remained similar, only leaf width of Mir (Bez 5D) was almost the smallest and the lowest parameters were in Mir (Bez 5B).

Lines with genetic background Mir obviously have smaller leaves and substitutions of homoeologous group five chromosomes of Bez further diminish them. Conversely, lines with genetic background Bez have larger leaves and chromosomes of Mir enlarge them.

Impact of the homoeologous group five chromosomes with *vrn* loci on leaf size

Working hypothesis of the experiment was to determine the impact of homoeologous group five chromo-

somes carrying loci *vrn* and establish differences between chromosomes of winter wheat cultivars Mir and Bez which differently influence their vernalization requirements (Košner, Pánková, 1997), and the vernalization requirement could be reflected in the observed characters.

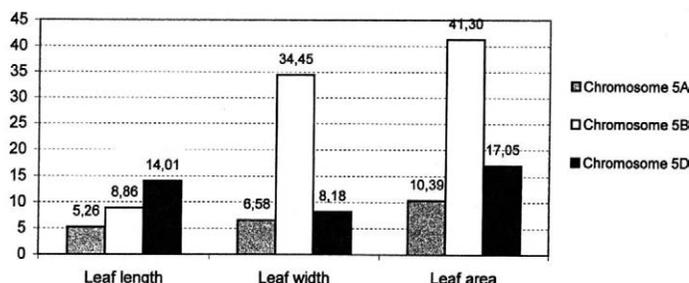
Genetic difference resulting from the impact of individual homoeologous group five chromosomes was estimated by subtracting the mean value of the observed character of the lines, carrying the chromosome of Bez, from the mean value of averages of the lines, carrying the respective chromosome of Mir. With materials available it was possible to estimate genetic differences relatively clearly because only the effect of individual chromosomes in the same genetic background was subtracted and concurrently one half of the lines contained one background and the second half contained the other background as is shown in Table III. Significance was established by two-range pair *t*-test for mean value. The genetic difference obtained in this way determines the effects of individual homoeologous group five chromosomes of Mir versus Bez.

Besides the effect of homoeologous group five chromosomes carrying *vrn* loci, also genetic background considerably influences the observed characters. It could be caused for example by a photoperiod response which is governed by genes *Ppd*, located in genetic background, on the homoeologous group two chromosomes (Welsh *et al.*, 1973; Scarth, Law, 1983). Photoperiod responses of Mir and Bez were different

III. Establishing estimates of the genetic difference caused by individual homoecologous group 5 chromosomes, by genetic background, and difference resulting from interactions between homoecologous group 5 chromosomes x genetic background

Material	Background	Studied chromosomes	Material	Background	Studied chromosomes
Estimates of the genetic difference between homoecologous group 5 chromosomes Mironovskaya 808 x Bezostaya 1					
Estimates of the genetic difference between 5A chromosomes Mironovskaya 808 x Bezostaya 1					
M	M	[5A ^M , 5B ^M , 5D ^M]	M (B 5A)	M	[5A ^B , 5B ^M , 5D ^M]
B (M 5A)	B	[5A ^M , 5B ^B , 5D ^B]	B	B	[5A ^B , 5B ^B , 5D ^B]
Estimates of the genetic difference between 5B chromosomes Mironovskaya 808 x Bezostaya 1					
M	M	[5A ^M , 5B ^M , 5D ^M]	M (B 5B)	M	[5A ^M , 5B ^B , 5D ^M]
B (M5B)	B	[5A ^B , 5B ^M , 5D ^B]	B	B	[5A ^B , 5B ^B , 5D ^B]
Estimates of the genetic difference between 5D chromosomes Mironovskaya 808 x Bezostaya 1					
M	M	[5A ^M , 5B ^M , 5D ^M]	M (B 5D)	M	[5A ^M , 5B ^M , 5D ^B]
B (M5D)	B	[5A ^B , 5B ^B , 5D ^M]	B	B	[5A ^B , 5B ^B , 5D ^B]
Estimates of the genetic difference between backgrounds Mironovskaya 808 x Bezostaya 1 (burdened by interaction with homoecologous group 5 chromosomes)					
M	M	[5A ^M , 5B ^M , 5D ^M]	B	B	[5A ^B , 5B ^B , 5D ^B]
M (B 5A)	M	[5A ^B , 5B ^M , 5D ^M]	B (M 5A)	B	[5A ^M , 5B ^B , 5D ^B]
M (B 5B)	M	[5A ^M , 5B ^B , 5D ^M]	B (M5B)	B	[5A ^B , 5B ^M , 5D ^B]
M (B 5D)	M	[5A ^M , 5B ^M , 5D ^B]	B (M5D)	B	[5A ^B , 5B ^B , 5D ^M]
Estimates of the difference resulting from interaction between homoecologous group 5 chromosomes x genetic background					
Estimates of the difference resulting from interactions between chromosome 5A x genetic background					
M	M	[5A ^M , 5B ^M , 5D ^M]	M (B 5A)	M	[5A ^B , 5B ^M , 5D ^M]
B	B	[5A ^B , 5B ^B , 5D ^B]	B (M 5A)	B	[5A ^M , 5B ^B , 5D ^B]
Estimates of the difference resulting from interactions between chromosome 5B x genetic background					
M	M	[5A ^M , 5B ^M , 5D ^M]	M (B 5B)	M	[5A ^M , 5B ^B , 5D ^M]
B	B	[5A ^B , 5B ^B , 5D ^B]	B (M5B)	B	[5A ^B , 5B ^M , 5D ^B]
Estimates of the difference resulting from interactions between chromosome 5D x genetic background					
M	M	[5A ^M , 5B ^M , 5D ^M]	M (B 5D)	M	[5A ^M , 5B ^M , 5D ^B]
B	B	[5A ^B , 5B ^B , 5D ^B]	B (M5D)	B	[5A ^B , 5B ^B , 5D ^M]

M = Mironovskaya 808; B = Bezostaya 1



2. Estimates of genetic differences in leaf length, leaf width and leaf area resulting from the impact of homoecologous group five chromosomes Mironovskaya 808 versus Bezostaya 1 (% of character value)

(Košner, 1992; Košner, Pánková, 1998). The genetic differences resulting from comparison between Mir x Bez genetic backgrounds were estimated only approximately as it was not possible to separate completely the effect of interactions among homoecologous group five chromosomes from the impact of the genetic background (Table III).

Interaction between chromosomes and genetic background shows how they participate in the manifestation of the character.

The estimates of mean genetic differences resulting from the impact of homoecologous group five chromosomes Mir x Bez, estimates of the impact of background Mir x Bez and their interactions in growth phases are summarized in Table IV. The results show the absence of significant effect of chromosome 5A carrying locus *vrn1* on leaf size. Chromosome 5B with locus *vrn2* of Mir, contrary to its counterpart of Bez, significantly increased all detected indicators of leaf size. Chromosome 5D with locus *vrn3* significantly ex-

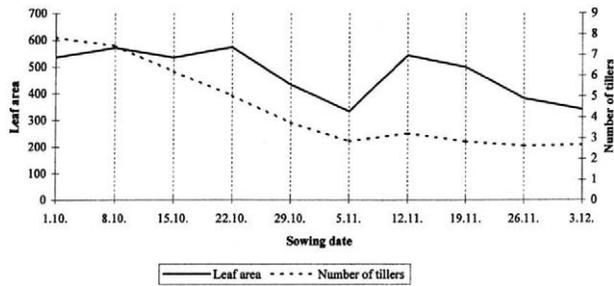
IV. Estimates of mean genetic differences resulting from the impact of homoeologous group 5 chromosomes, estimates of the effect of genetic background, and their interactions on leaf area

Characters	Estimates of genetic difference resulting from impact of chromosomes			Estimates of effect of genetic background (burdened by interactions)	Estimates of interactions chromosomes x genetic background		
	5A (vrn1)	5B (vrn2)	5D (vrn3)		5A x background	5B x background	5D x background
Leaf length	4.800	8.200*	12.350*	-14.875***	1.700	-0.900	7.950
Leaf width	0.375	2.210***	0.465	-1.605***	0.275	-1.150*	0.315
Leaf area	46.340	210.335***	73.770	-193.453***	24.580	-102.345	51.160

* $P = 0.05-0.10$; ** $P = 0.01-0.05$; *** $P < 0.01$

V. Evaluation of leaf area and number of tillers in all variants of sowing by analysis of variance

Source of variability	Leaf area					Number of tillers				
	sum of squares	DoF	mean square	<i>F</i> -stat	significance	sum of squares	DoF	mean square	<i>F</i> -stat	significance
Main effects	16059634.609	16	1003727.163	27.707	0.0000	3099.635	16	193.727	86.792	0.0000
Genetic background	3207924.184	1	3207924.184	88.550	0.0000	66.125	1	66.125	29.625	0.0000
Line	2959309.389	6	493218.232	13.615	0.0000	64.897	6	10.816	4.846	0.0001
Sowing date	6348918.334	9	705435.370	19.473	0.0000	2993.786	9	332.643	149.028	0.0000
Two-way interactions	5989492.719	63	95071.313	2.624	0.0000	392.264	63	6.226	2.790	0.0000
Background x sowing date	384886.247	9	42765.139	1.180	0.3043	30.425	9	3.381	1.515	0.1385
Line x sowing date	3767246.570	54	69763.825	1.926	0.0001	303.478	54	5.620	2.518	0.0000
Explained	22049127.329	79	279102.878	7.704	0.0000	3491.899	79	44.201	19.803	0.0000
Error	26083512.038	720	36227.100			1607.100	720	2.232		
Total	48132639.367	799	60241.101			5098.999	799	6.382		



3. Impact of sowing date on leaf area and number of tillers

tended leaf length. In their majority, the Mir homoeologous group five chromosomes positively influence leaf size (Fig. 2).

The estimates of impacts of genetic background suggest that conversely the Mir genetic background significantly negatively influences leaf size in all detected parameters.

Relatively scarce occurrence of significant interactions chromosomes x sowing dates was surprising. Only the interaction chromosome 5B x genetic background with 90% significance was detected, thus the genetic factors presumably mainly work independently of the environment.

We considered important that homoeologous group five chromosomes carrying loci *vrn*, which govern vernalization response, significantly affect leaf size. In our previous experiment with the same material to determine vernalization requirement, lines with chromosomes 5A and 5D of Mir had a high vernalization requirement whereas lines with chromosome 5B of Mir had a low vernalization requirement (Košner, Pánková, 1998). The reciprocal lines had a reverse requirement. The vernalization requirement was evaluated as a delay of heading after different degrees of unfulfilled vernalization. In conclusion of the cited study it was supposed that the differences in vernalization requirement were caused by multiple alleles at loci *vrn* located on these chromosomes. An important question emerges: To what extent do genetic mechanisms governing vernalization requirement participate in manifestation of other traits. A marked extension of leaf size due to the impact of chromosome 5B of Mir and its considerable effect on a decrease of vernalization requirement suggests a relation between vernalization requirement and leaf size. Reduced vernalization requirement probably allows a more rapid start of growth and thus extension of leaf size. It is possibly due to a pleiotropic effect of genes *vrn*.

Impact of sowing dates on leaf area and number of tillers

Table V shows global evaluation of the impact of genetic background, lines, sowing dates and interactions between genetic background x sowing dates and

between lines x sowing dates, on leaf area and number of tillers on all sowing dates by analysis of variance. All said main factors significantly influenced both leaf area and number of tillers. The interactions between genotype x sowing dates did not significantly affect either leaf area or number of tillers, and contrary interactions between lines x sowing dates were significant.

Importance of sowing date is documented in Fig. 3 which depicts mean leaf area and number of tillers in all lines and replications depending on sowing date. Both leaf area and number of tillers were high after timely sowing. First number of tillers followed then by leaf area decrease after later sowing. Sowing date 5 November when both parameters were at minimum, showed to be most disadvantageous probably due to germination of the plants during winter months. Later sowing dates resulted in germination only in spring. This positively influenced leaf area, but the number of tillers remained low.

CONCLUSIONS

Evaluation of the lines shows considerable impacts of genetic factors on leaf size. Lines with genetic background of Mir had smaller leaves and substitutions of homoeologous group five chromosomes of Bez further diminish them. Conversely, lines with genetic background of Bez have larger leaves and chromosomes of Mir extend them. Substitution line Bez (Mir 5B) most markedly shows the extension of leaves.

Some relations arose from analysis of the impact of homoeologous group five chromosomes carrying loci *vrn* and its comparison with the impact of these chromosomes on vernalization. Chromosome 5B of Mir, most reducing vernalization requirement (Košner; Pánková, 1998), most strongly affected extension of leaf area. It was possibly due to a pleiotropic effect of genes *vrn*.

A relatively scarce occurrence of significant interactions homoeologous group five chromosomes x genetic background suggests independence of their effects.

Both size of wheat leaf and number of tillers were significantly influenced by the date of sowing. Their values were high after timely sowing but at first tillers number dropped after later sowing followed by the leaf

area. The sowing date after which the plants germinate during winter months was least advantageous. The tiller number was low after germinating in spring but the leaf area was not negatively affected.

REFERENCES

- Galiba G., Quarrie S. A., Sutka J., Morgounov A., Snape J. W. (1995): RFLP mapping of the vernalization (*Vrn1*) and frost resistance (*Fr1*) genes on chromosome 5A of wheat. *Theor. Appl. Genet.*, 90: 1174–1179.
- Gotoh T. (1980): Gene analysis of the degree of vernalization requirement in winter wheat. *Jpn J. Bred.*, 30: 1–10.
- Gotoh T. (1983): Varietal variation and inheritance mode of vernalization requirement in common wheat. In: *Proc. 6th Int. Wheat Genet. Symp.*, Kyoto, Japan: 475–478.
- Islam-Faridi M. N., Worland A. J., Law N. C. (1996): Inhibition of ear emergence time and sensitivity to day-length determined by the group 6 chromosomes of wheat. *Heredity*, 77: 572–580.
- Kato K., Miura H., Akiyama M., Kuroshima M., Savada S. (1998): RFLP mapping of the major genes *Vrn1*, *Q*, and *Bl*, on the long arm of chromosome 5A of wheat. *Euphytica*, 101: 91–95.
- Košner J. (1992): Vliv jarovizace a fotoperiody na dobu metání dvou typů ozimé pšenice (The effect of vernalization and photoperiod on the earing period of two winter wheat types). *Genet. a Šlecht.*, 28: 85–93.
- Košner J., Pánková K. (1998): The detection of allelic variants at the recessive *vrn* loci of winter wheat. *Euphytica*, 101: 9–16.
- Law N. C. (1966): The location of genetic factors affecting quantitative character in wheat. *Genetics*, 53: 487–498.
- Law C. N., Worland A. J., Giorgi B. (1976): The genetic control of ear emergence time by chromosomes 5A and 5D of wheat. *Heredity*, 36: 49–58.
- Maistrenko O. (1980): Cytogenetic study of the growth habit and ear emergence time in wheat. In: *Well Being of Mankind and Genetics. Proc. 14th Int. Congr. Genet.*, Vol. I, Book 2: 267–282. MIR Publisher, Moscow.
- Miura H., Worland A. J. (1994): Genetic control of vernalisation and day length responses and earliness per se by the homoeologous group 3 chromosomes in wheat. *Plant Breeding*, 113: 160–169.
- Pugsley A. T. (1971): A genetic analysis of the spring-wheat habit of growth in wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, 22: 23–31.
- Pugsley A. T. (1972): Additional genes inhibiting winter habit in wheat. *Euphytica*, 21: 547–552.
- Scarath R., Law C. N. (1983): The location of the photoperiod gene *Ppd 2* and an additional genetic factor for ear emergence time on chromosome 2B of wheat. *Heredity*, 51: 607–619.
- Snape J. W., Law C. N., Worland A. J. (1976): Chromosome variation for loci controlling ear emergence time on chromosome 5A of wheat. *Heredity*, 37: 335–340.
- Stelmach A. F. (1993): Genetic effect of *Vrn* genes on heading date and agronomic traits in bread wheat. *Euphytica*, 65: 53–60.
- Welsh J. R., Keim D. L., Pirasteh B., Richards R. D. (1973): Genetic control of photoperiod response in wheat. In: *Proc. 4th Int. Wheat Genetic Symp.* Missouri Agr. Exp. Sta., Columbia, Mo.: 879–884.
- Worland A. J. (1996): The influence of flowering time genes on environmental adaptability in European wheats. *Euphytica*, 89: 49–57.

Received for publication on August 31, 1999

Contact Address:

Ing. Jindřich Košner, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 00 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/330 22 03 31

UTILIZING MATERNAL HAPLOIDS TO IDENTIFY MAJOR GENES CONTROLLING PLANT HEIGHT IN MAIZE

VYUŽITÍ MATEŘSKÝCH HAPLOIDŮ PRO IDENTIFIKACI MAJOR GENŮ KONTROLUJÍCÍCH VÝŠKU ROSTLINY U KUKUŘICE

S. Chalyk, O. Chebotar

Institute of Genetics, Kishinev (Chisinau), Moldova

ABSTRACT: An inducer line was used to derive maternal haploids from maize lines 092 and A619 as well as from their 092 x A619 and A619 x 092 hybrids. These haploids were evaluated under field conditions. The character examined was plant height. It was established that the parental lines were differentiated by two genes with epistatic interaction. Interaction of these genes could result in the plant height exceeding that of the longest parent by 28.4%. Diploid hybrid plants resulting from the 092 x A619 cross exceeded the longest parent in plant height by 34.5%. It was concluded that epistasis plays an important role in the heterotic effect.

Keywords: maize; maternal haploids; partitioning method; epistasis; heterosis

ABSTRAKT: Mateřské haploidní rostliny kukuřice byly u linií 092 a A619 a u hybridů 092 x A619 a A619 x 092 odvozeny s využitím indukční ZMS (Zarodyshevsky Marker Saratovskyy). Získaný haploidní materiál byl hodnocen v polních podmínkách. Sledovaným znakem byla výška rostlin. Bylo zjištěno, že se rodičovské linie odlišují ve dvou genech s epistatickou interakcí. Interakce těchto genů zřejmě vedla k překročení průměru rodiče s vyšším průměrem znaku o 28,4 %. Diploidní hybridní rostliny křížence 092 x A619 překročily průměr tohoto rodiče dokonce o 34,5 %. Bylo prokázáno, že epistáze má významný podíl na heterozním efektu.

Klíčová slova: kukuřice; mateřské haploidy; výška rostliny; genetická analýza; epistáze; heteroze

INTRODUCTION

Knowing the number of genetic factors controlling quantitative characters is important for successful breeding. The research of Nilsson-Ehle (1909), Emerson, East (1913), Serebrovsky (1970), Philipchenko (1979) and others have shown that the segregation patterns of many of the quantitative characters can be examined quite satisfactorily on the basis of Mendel's laws. The difference between qualitative and quantitative characters lies basically in that the expression of quantitative characters is strongly affected by environmental factors, which complicates genetic analysis. To overcome these difficulties, it has been proposed to compare the frequency distribution in F2 or backcross populations with that of the parents and the F1. The works of Emerson and East (1913) and Powers (1950, 1951, 1963) and others can be mentioned as very successful in this respect. They have shown the possibility of partitioning segregating populations into their component genotypes using the properties of a normal distribution.

Unfortunately, their procedure is not widely applicable to genetic studies of most quantitative characters in maize. Maize exhibits pronounced heterotic effects.

As a result of combined effects of gene interactions such as overdominance, dominance and epistasis, hybrid plants are highly superior to their parental lines (Sprague, 1983). Homozygous parental lines only show epistasis and additive gene effects. This makes it difficult to identify, in segregating hybrid populations, plants whose genotypes correspond to the parental genotypes.

Interesting possibilities for removing intra-allelic interactions (overdominance and dominance) are offered by the use of haploid plants. In these, all the genes are in hemizygous condition. The only effects expressed are additive effects and effects of additive x additive epistasis. These gene interactions exist both in haploids derived from parental lines and in haploids derived from hybrids. This allows one to overcome the difficulties encountered in the genetic analysis of diploid plants (Chebotar, Chalyk, 1996).

The possibility of mass production of haploid maize plants from almost any genotype was demonstrated by many researchers (Tyrnov, Zavalishina, 1984; Kindiger, Hamman, 1993; Chalyk, 1994). It has been established that the phenotype of maternal haploid plants corresponds to that of their diploid counterparts (Chase, 1964; Chalyk, Ostrovsky, 1993).

Lashermes *et al.* (1988) investigated whether selection occurs during processes involved in the production of maternal haploids and doubled haploids. Their results suggest that a population of haploid plants represents a random gametic array.

The results of an early comparative study of maize haploids derived from hybrids and from their parental lines are of some interest. The authors came to the conclusion that some hybrid-derived haploids exhibited heterotic effects (Khokhlov *et al.*, 1976).

In the present study, an attempt has been made to determine, using haploids, the number of genetic factors controlling plant height and differentiating maize lines 092 and A619.

MATERIAL AND METHODS

The parental material used in this study consisted of two homozygous lines of maize, 092 and A619. Reciprocal crosses 092 x A619 and A619 x 092 were made. The parental lines and both reciprocal hybrids were sown on a nursery, which was located at a spatially isolated distance of 300–500 meters from other maize plants. Prior to flowering, tassels were removed from the plants. The inducer of maternal haploids, ZMS (Zarodyshevsky Marker Saratovskiy), was used as a pollen parent. This parent was developed and described by Tyrnov and Zavalishina (1984). They have shown that line ZMS induces the formation of kernels with haploid embryos in frequencies ranging from 0.55 to 3.43% from the whole amount of seeds obtained. It carries marker genes *A1*, *C1* and *R-nj*. These dominant markers enable maternal haploids to be identified at the mature kernel stage. In kernels with haploid embryos, marker genes are only expressed in the endosperm, while they are absent in the embryo. The final identification of maternal haploid plants is performed in the field. Maternal haploids are phenotypically clearly distinct from diploids (Chase, 1969; Khokhlov *et al.*, 1976). Haploid plants received from different genotypes, investigated in the experiment, were sown on adjacent plots. The planting density was 30,000 plants per hectare. This low density was used in order to reduce competition among plants. In addition to haploids, diploid plants of lines 092 and A619 as well as those

I. The number of haploid plants examined

Lines and hybrids from which the haploids were derived	Number of haploid plants
092	37
A619	25
092 x A619	241
A619 x 092	295

of the 092 x A619 hybrid were grown. Plant height measurements were made after flowering, when plant growth had been completed. Table I gives the total number of haploids examined.

Genetic analysis was carried out using the partitioning method suggested by Powers (1951). The following restrictive assumptions were made:

1. Identical growing conditions for the genotypes examined.
2. Homozygosity of parental lines for the character studied.
3. Diploid meiosis.
4. Lack of egg selectivity in the induction of maternal haploids.
5. Lack of differential elimination of haploid genotypes.

The coincidence of actual and theoretical distributions was determined on the basis of a Kolmogorov-Smirnov test.

RESULTS AND DISCUSSION

The first stage of the present study involved the verification of the normality of the distribution of the plant height of haploids derived from the parental lines. The results are listed in Table II. The actual frequencies deviated insignificantly from the theoretical ones, i.e. in both parental lines haploid plant height follows the normal distribution.

A comparison of frequency distributions for plant height in haploids derived from parental lines and of those derived from the 092 x A619 and A619 x 092 hybrids enables an initial hypothesis to be advanced. The frequency distributions are given in Table III. It can be seen that a proportion of haploids derived from hybrids were taller than haploids derived from parental lines.

II. Obtained and theoretical frequency distributions (in numbers) for plant height (in cm) of haploids derived from lines 092 and A619

Genotype of haploids	Mean (cm)	Upper limit (in cm) of class						Kolmogorov-Smirnov criterion	
		58	70	82	94	106	118	λ	$\lambda_{0.05}$
092	84.4 ± 2.0*	1	4	8	16	8		0.49	1.36
Theoretical		1	4	11	14	7			
A619	88.0 ± 2.7	1	1	4	12	5	2	0.40	1.36
Theoretical			2	6	9	6	2		

* The difference between the initial lines is significant at $P < 0.001$

III. Frequency (in %) distribution for plant height (in cm) of haploid plants derived from parental lines and their F1 hybrids

Genotypes and populations of haploids	Upper limit of class (cm)									
	46	58	70	82	94	106	118	130	142	154
092		2.7	10.8	21.6	43.2	21.6				
Theoretical		2.7	10.8	29.7	37.8	18.9				
A619		4.0	4.0	16.0	48.0	20.0	8.0			
Theoretical			8.0	24.0	36.0	24.0	8.0			
092 x A619	0.8	0	2.5	13.7	22.8	25.3	17.4	11.2	5.0	1.2
A619 x 092		1.3	2.7	10.5	20.7	20.0	21.0	13.6	6.1	4.1

This type of transgressive segregation can occur when the parents are differentiated by two or more unlinked genes. To develop the above hypothesis, a simple assumption was made, i.e. that lines 092 and A619 are differentiated by two genes controlling plant height. Assume that haploids derived from 092 have haplotype A1B1 and those from A619 haplotype A2B2.

The plants with the recombinant haplotypes A1B2 and A2B1 are of some interest. Their height is to the right of the parental means. This trend was observed in haploids from both hybrids. Assuming additive effects of genes A and B, transgressive classes should occur on either side of the means of the parental lines. Haploid plants with alleles with positive effects of the A and B genes should be distributed to the right of the means of the parents, and those with alleles with negative effects to the left of them. This, however, was not the case. Recombinant haploids were superior to the parental lines in plant height. We therefore assumed that genes A and B exhibit epistatic interactions. This provisional hypothesis was tested by further analysis. In doing so, it was necessary to make one more assumption, viz. that the transgressive haplotypes A1B2 and A2B1 have equal effects.

To test the provisional hypothesis, we calculated theoretical frequency distributions for plant height of haploid plants with the recombinant haplotypes A1B2 and A2B1. This can be done based on the actual frequencies of haploids derived from the two hybrids. It can be seen from Table III that the haploids from the parental lines were not taller than 118 cm. We suppose, therefore, that only those plants which have haplotypes

A1B2 or A2B1 fell into the classes with the upper limits of 130, 142 and 154 cm. The frequencies of plants in these classes can be used to calculate the mean plant height for haploids with the haplotypes A1B2 and A2B1. The total frequency of plants in these classes is 17.4% for the 092 x A619 hybrid and 23.8% for other hybrid. The haploids derived from F1 hybrids should lend themselves to division into four classes, two of which correspond to the parental genotypes and the other two are transgressive classes. Therefore, if the populations consisted only of transgressive plants, then the frequencies of plants in the considered classes would be twice as high, i.e. 34.8% and 47.6% for two hybrids, respectively. Based on the above frequencies and assuming that the standard deviation of transgressive haploid plants was equal to the mean of the standard deviations for the haploids derived from the parental lines (12.9), it was possible to calculate the mean plant height of transgressive haploids. The calculations were carried out with the use of integral of probability according to the method of Powers (1951). The mean height of plants with the recombinant haplotypes was found to be 113.0 cm for hybrid 092 x A619, and 117.2 cm for hybrid A619 x 092.

Using normal distribution properties, theoretical frequency distributions of transgressive genotypes were calculated. The results are listed in Table IV. Based on theoretical distributions of the height of A1B1 and A2B2 haploids derived from the parental lines and of the transgressive haploids A1B2 and A2B1, theoretical frequency distributions of height of haploids derived from the 092 x A619 and A619 x 092 hybrids were

IV. Theoretical frequency (in %) distributions of the genotypes and populations of haploids examined

Genotypes and populations of haploids	Mean (cm)	S.D.	Upper limit of class (cm)									Theoretical percentage in population	
			58	70	82	94	106	118	130	142	154		
A1B1	84.4	12.3	2.7	10.8	29.7	37.8	18.9						25
A2B2	88.0	13.4		8.0	24.0	36.0	24.0	8.0					25
A1B2 + A2B1 (092 x A619)	113.0	12.9			0.8	5.8	22.3	37.2	25.6	7.4	0.8		50
A1B2 + A2B1 (A619 x 092)	117.2	12.9				3.4	15.7	34.0	32.6	12.3	2.0		50
092 x A619			0.7	4.7	13.8	21.4	21.9	20.6	12.8	3.7	0.4		
A619 x 092			0.7	4.7	13.4	20.1	18.6	19.0	16.3	6.2	1.0		

V. Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit between the obtained and theoretical frequency distributions

Populations of haploids	Upper limit of class										Kolmogorov-Smirnov criterion	
	46	58	70	82	94	106	118	130	142	154	λ	$\lambda_{0.05}$
092 x A619	2	0	6	33	55	61	42	27	12	3	0.45	1.36
Theoretical		2	11	33	52	52	50	31	9	1		
A619 x 092		4	8	31	61	59	62	40	18	12	0.76	1.36
Theoretical		2	14	40	59	55	56	48	18	3		

VI. Mean plant height of haploid plants and diploid plants

Genotypes	Mean plant height (cm)	
	haploid plants	diploid plants
092	84.4 ± 2.0	167.4 ± 1.4
A619	88.0 ± 2.7	171.0 ± 1.4
092 x A619		230.0 ± 2.0
Haploid transgressive plants derived from the 092 x A619 hybrid	113.0 ± 1.2	
Ratios of heights of haploid transgressive plants and diploid hybrid plants to the best parent (in %)	128.4	134.5

calculated. These frequencies were obtained by summing vertically the frequencies of the respective genotypes and taking account of the portion of these genotypes in the segregating population. From these theoretical frequency distributions and the number of the measured plants, the expected number of plants in each class can be calculated.

The final stage of our analysis involves a comparison of the actual distribution and the theoretical one. The results are given in Table V. In both hybrids, the Kolmogorov-Smirnov criterion λ was lower than the tabulated one, indicating a good fit of the empirical distribution to the theoretical one. This conclusion is an important one, since it points to the correctness of all the assumptions made in formulating the working hypotheses. The assumption that the parental lines 092 and A619 are differentiated by two genes showing epistatic interaction has proven to be a correct one.

How essential are the epistatic effects to maize improvement? An answer to this question can emerge by analysis of the data in Table VI. It can be seen from the data set that the ratio of plant height of the diploid hybrid, 092 x A619, to that of the longest parent, A619, was 134.5%. At the diploid level, the superiority of the F1 hybrid over the longest parent results from a combination of effects: overdominance, dominance and epistasis. The combined effects of these gene interactions resulted in 34.5% better parent heterosis for plant height in our experiment. At the haploid level, the ratio of plant height of the transgressive haplotypes A1B2 and A2B1 to that of the longest haploid parent, A619, was 128.4%, i.e. epistatic interactions of the two genes can result in a 28.4% increase relative to the longest parent. If one compares the excess over the longest parent obtained at the diploid level, 34.5%, with that at the haploid level, 28.4%, it is evident that epistatic interactions

can play an important role in the overall heterotic effect for plant height.

It should be noted that the results obtained only hold for a particular pair of parental lines, 092 and A619. If the same analysis is performed on other pairs of lines, then the relative contributions of various gene interactions to heterotic effect may be different. Comparison of the results obtained from haploid and diploid plants can give a general idea about the relative contributions of various gene interactions to the heterotic effect.

It is concluded that the use of maternal haploids can aid in explaining the genetic basis of quantitative traits of maize. This approach offers an opportunity to discover the existence of as few as two major genes whose epistatic interaction may significantly increase the height of maize plants.

REFERENCES

Chalyk S. T. (1994): Properties of maternal haploid maize plants and potential application to maize breeding. *Euphytica*, 79: 13–18.

Chalyk S. T., Ostrovsky V. V. (1993): Comparison of haploid and diploid maize (*Zea mays* L.) plants with identical genotypes. *J. Genet. Breed.*, 47: 77–80.

Chase S. S. (1964): Monoploids and diploids of maize: a comparison of genotypic equivalents. *Am. J. Bot.*, 51: 928–933.

Chase S. S. (1969): Monoploids and monoploid derivatives of maize (*Zea mays* L.). *Bot. Rev.*, 135: 117–167.

Chebotař O. D., Chalyk S. T. (1996): The use of maternal haploids for genetic analysis of the number of kernel rows per ear in maize. *Hereditas*, 124: 173–178.

Emerson R. A., East E. M. (1913): The inheritance of quantitative characters in maize. *Bull. of the Agricultural Experiment Station of Nebraska*, 2: 1–120.

- Khokhlov S. S., Tyrnov V. S., Grishina E. V. et al. (1976): Haploidy and Breeding. Moscow, Nauka (in Russian).
- Kindiger B., Hamman S. (1993): Generation of haploids in maize: A modification of the indeterminate gametophyte (ig) system. *Crop Sci.*, 33: 342–344.
- Lashermes P., Gaillard A., Beckert M. (1988): Gynogenetic haploid plants analysis for agronomic and enzymatic markers in maize (*Zea mays* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 76: 570–572.
- Nilsson-Ehle H. (1909): Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. I Lund Bd., 5: 1–122.
- Nilsson-Ehle H. (1911): Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. II Lund Bd., 7: 1–110.
- Philipchenko Yu. A. (1979): The genetics of common wheat. 2nd ed. Moscow, Nauka (in Russian).
- Powers L. (1950): Gene analysis of weight per locule in tomato hybrids. *Botan. Gaz.*, 112: 163–174.
- Powers L. (1951): Gene analysis by the partitioning method when interactions of genes are involved. *Botan. Gaz.*, 113: 1–23.
- Powers L., (1963): The partitioning method of genetic analysis and some aspects of its application to plant breeding. *Statistical Genetics and Plant Breeding*, Nat. Acad. Sci.-Nat. Res. Council Publ., 982: 280–318.
- Serebrovsky A. S. (1970): Genetic analysis. Moscow, Nauka (in Russian).
- Sprague G. F. (1983): Heterosis in maize: theory and practice. In: Frankel R. (ed.): *Heterosis. Reappraisal of theory and practice*. Berlin – Heidelberg – New York – Tokyo, Springer-Verlag: 47–70.
- Tyrnov V. S., Zavalishina A. N. (1984): Inducing high frequency of matroclinal haploids in maize. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 276: 735–738 (in Russian).

Received for publication on February 26, 1999

Contact Address:

Sergey Chalyk (Sergiu Cealic), Institute of Genetics, Padurii 20, Kishinev (Chisinau) 2002, Moldova, tel.: 37 32 58 82 78, fax: 37 32 55 61 80, e-mail: schalyk@hotmail.com

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Osivo a sadba – IV. odborný a vědecký seminář

Česká zemědělská univerzita v Praze s přispěním společnosti NOVARTIS a NATAL, a. s., uspořádaly 11. 2. 1999 již čtvrtý odborný a vědecký seminář zaměřený na současný stav a vývoj našeho semenářství.

Seminář věnoval pozornost především integraci našeho semenářství do Evropské unie (tematický okruh Integrace do EU v oblasti semenářství). Seznámil účastníky se stavem šlechtění a semenářství v postkomunistických státech střední a východní Evropy, se systémem certifikace osiva v SRN, s nařízením EU pro obchod s osivem obilnin a krmných plodin a s trendy dalšího vývoje našeho semenářství a s ním spojenou legislativou.

V dalším tematickém okruhu (Základní a aplikovaný semenářský výzkum) se seminář zabýval využitím genetických markerů (signální geny, PCR markery) ve

šlechtění a v semenářství pro stanovení genetické struktury odrůdy, markerování významných znaků a vlastností a především pro stanovení odrůdové čistoty a odrůdové pravosti dávek osiva či merkantilu.

Většina přednesených příspěvků se týkala poznatků semenářského výzkumu, zaměřeného na vytváření modifikací, zvyšujících biologickou a semenářskou hodnotu speciální semenářskou agrotechnikou či úpravou a ošetřením osiva a sadby po sklizni (například studium vlivu hydratace, abiotických stresů, vysokých teplot a sucha, deteriorace a antioxidantů na výnos a jakost osiva).

Pořadatelé publikovali celkem 27 přednesených příspěvků v samostatném sborníku, vydaném katedrou rostlinné výroby ČZU v Praze.

Prof. Ing. Jiří Černý, CSc.

VLIV INZUCHTU A HETEROZE NA NĚKTERÉ UKAZATELE SYMBIOTICKÉ FIXACE N₂ U VOJTĚŠKY (*MEDICAGO SATIVA* L.)

INFLUENCE OF INBREEDING AND HETEROSIS ON SOME INDICES
OF DINITROGEN FIXATION IN LUCERNE (*MEDICAGO SATIVA* L.)

J. Holý¹, O. Chloupek²

¹Plant Breeding Station, Želešice, Czech Republic

²Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: Six progenies of clones, selected from the population ZE-N₂-I, showing relatively higher dinitrogen fixation, were evaluated in a glasshouse trial in generations I₁, I₂ and F₁. The hybrid generation traced to open pollination of the I₂ plants. The level of evaluated traits differed significantly between the generations (Table I). Inbreeding depression in comparison of I₁ with I₂ plants amounted to 20, 21, 14, 25, 17, 0 and 25% and heterosis in comparison of F₁ with I₁ plants to 35, 41, 32, 20, 17, 21 and 29% for green matter, dry matter of above-ground parts, weight of roots, dry matter of roots, number of nodules, height of individual plants and yield of crude protein in above-ground parts, respectively (Table II). Only the strain with the highest number of nodules proved heterosis for nitrogenase activity, measured by acetylene reduction. Realised heritability, expressed as a regression coefficient between the generations F₁ and I₂ amounted to 3.2, 7.6 and 8.4% for weight of roots, green matter and number of nodules, respectively, similarly like between I₂ and I₁: 7.1, 14.1 and 19.1%. Significant correlation coefficients were found in the hybrid generation between weight of roots and number of nodules ($r = 0.726^{**}$) and in the generations I₁, I₂ and F₁ between green matter and root matter (0.579*, 0.499* and 0.585*, resp.). Though the values of heritability for the traits important for dinitrogen fixation were low, significant correlations between some of these traits indicate the possibility of the use of phenotypic recurrent selection for a high dinitrogen fixation, as already proved in development of the experimental population ZE-N₂-I.

Keywords: *Medicago sativa*; dinitrogen fixation; inbreeding; heterosis; realised heritability; breeding

ABSTRAKT: Hodnotili jsme selfovaná potomstva (I₁, I₂) a křížence F₁ (z volného opylení generace I₂) od šesti klonů nového šlechtění vojtěšky ŽE-N₂-I, vykazující zvýšenou fixaci vzdušného dusíku. Úroveň sledovaných znaků se významně lišila mezi těmito generacemi (tab. I). Inbrední deprese dosáhla u I₂ 20, 21, 14, 25, 17, 0 a 25 % a heteroze u F₁ 35, 41, 32, 20, 17, 21 a 29 % ve srovnání s generací I₁ pro výnos zelené hmoty, sena, kořenů, suchou hmotu kořenů, počet hlízek poutajících vzdušný dusík, výšku rostlin a výnos dusíkatých látek v seně. Jenom kmen s nejvyšším počtem nodulí v generaci F₁ vykázal heterozní efekt pro aktivitu nitrogenázy. Realizovaná heritabilita, zjišťovaná regresí mezi generacemi F₁ a I₂, činila u hmotnosti kořenů, zelené hmoty a počtu hlízek 3,2, 7,6 a 8,4 %. Mezi generacemi I₂ a I₁ dosáhla 7,1, 14,1 a 19,1 % v pořadí vyjmenovaných znaků. Korelační koeficienty činily u generace F₁ mezi hmotností kořenů a počtem hlízek $r = 0,726^{**}$ a u generací I₁, I₂ a F₁ mezi zelenou hmotou a hmotností kořenů 0,579*, 0,499* a 0,585*. Nízké hodnoty heritability pro znaky spojené se symbiotickou fixací dusíku, avšak průkazné korelace mezi některými z nich, umožňují doporučit pro šlechtění na vyšší symbiotickou fixaci dusíku rekurentní fenotypovou selekci, která se osvědčila při šlechtění pokusné populace ŽE-N₂-I.

Klíčová slova: vojtěška; inzucht; heterozní efekt; realizovaná dědivost; symbiotická fixace dusíku

ÚVOD

Vojtěška je významnou pícevinou v kukuřičné a řepařské oblasti, poněvadž poskytuje vysoký výnos stravitelných bílkovin a obohacuje půdu organickou hmotou a dusíkem (zanechává až 8,2 t.ha⁻¹ kořenových zbytků). Množství dusíku symbioticky poutaného vojtěškou dosahuje ročně až 243–319 kg.ha⁻¹ (Wivstad *et al.*, 1987), resp. 180 kg.ha⁻¹ (např. Jung *et al.*, 1989).

Za nejlepší míru symbiotické fixace se považuje množství dusíku sklizené v leguminózách z jednotky plochy. Vzhledem k významu symbiotické fixace byly vypracovány šlechtitelské postupy pro zvýšení této schopnosti (Pederson *et al.*, 1984; Viands *et al.*, 1981). Takto byla vyšlechtěna v USA odrůda Nitro (Barnes *et al.*, 1988a, b) a u nás v roce 1995 odrůda Niva se zvýšenou schopností poutat vzdušný dusík (Chloupek *et al.*, 1996).

Cílem práce bylo ověřit velikost inzuchtní deprese a heterozního efektu a prohloubit znalosti o vztazích mezi počtem hlízek, aktivitou nitrogenázy a dědivostí znaků, souvisejících s poutáním vzdušného dusíku, a tím zracionalizovat šlechtitelský postup při tvorbě nových odrůd se zvýšeným poutáním vzdušného dusíku. Oproti dosud publikovaným pracím byly sledovány projevy inzuchtů a heteroze u kmenů pocházejících z klonů již vyselektovaných na tuto vlastnost třemi cykly rekurentní fenotypové selekce.

MATERIÁL A METODY

V roce 1993 bylo do propařené substrátu vysazeno deset vybraných klonů po šesti částech. Klony pocházely z experimentální populace ŽE-N₂-I, vyznačující se zvýšenou fixací vzdušného dusíku. Tato populace, sestávající z 22 klonů, vznikla rekurentní fenotypovou selekcí na znaky spojené se symbiotickou fixací dusíku, tj. na hmotnost nadzemní i podzemní části, množství aktivních růžových nodulů na kořenech, a selekci podle aktivity nitrogenázy, měřené podle redukce acetylenu, na jednotku hmotnosti čerstvých kořenů. V průběhu šlechtění této populace byly vybírány rostliny s aktivitou nitrogenázy vyšší než 200 nmol etylénu vytvořeného za jednu hodinu na jeden gram čerstvé hmoty kořene.

Klony byly umístěny v klimatizované komoře s 16hodinovou světelnou periodou, s denními teplotami 20–25 °C a nočními teplotami okolo 16 °C. Jakmile začaly kvést, byly jednotlivé kvítky ručně samoopyleny. Protože vojtěška reaguje na samoopylování ztrátou plodnosti, bylo po sklizni semene v generaci I₁ vybráno šest kmenů (potomstev jednotlivých klonů) s největší hmotností semen, která byla skarifikována a vyseta do praného písku. Každé výsevnické místo bylo inokulováno asi 1 g ornice z pole osetého vojtěškou po tři roky. Po vzejití byl experimentální porost zaléván pramenitou vodou a jednou týdně přihnojován 0,1% roztokem PK-sol (kapalné fosforečno-draselné hnojivo o obsahu 20,3 % P₂O₅ a 24,3 % K₂O, bez obsahu chloru a Ca). Dusíkem nebylo přihnojováno, ale závlíková voda obsahovala

63 mg nitrátů v 1 litru. Na začátku kvetení byly rostliny posečeny a u jednotlivých kmenů stanoven výnos zelené hmoty a obsah dusíkatých látek (N x 6,25). Na začátku plného kvetení druhé seče byla opět sklizena zelená hmota (ZH), vyjmuty kořeny, spočítány růžové hlízky na kořenech (poutající N₂) a zjištěna hmotnost kořenů jednotlivých rostlin a zelené hmoty. V následujícím roce bylo osivo I₂ získáno dalším samoopylením. V zimě 1995 byly rostliny I₂ mezi kmeny volně prokříženy a bylo získáno osivo generace F₁.

V následujícím roce byla v pěstební záhonu vyseta zkouška výkonu I₁, I₂ a F₁, ve třech opakováních, ve sponu 12,4 x 5 cm. Na začátku kvetení první seče byly rostliny hodnoceny obdobně jako ve druhé seči.

Pokus byl vyhodnocen vícenásobnou analýzou rozptylu. Vztahy mezi hodnocenými ukazateli byly zhodnoceny regresní analýzou po očištění od vlivu bloků. Byl vypočítán koeficient regrese jako ukazatel realizované heritability, ve srovnání I₂ a I₁ ($h^2 = b$), i mezi F₁ a I₂ ($h^2 = 2b$) pro hmotnost zelené hmoty, hmotnost kořenů a pro počet hlízek. V roce 1997 byla testována aktivita nitrogenázy (podle redukce acetylenu na jednotku hmotnosti kořenů) u kmenů I₁ a F₁, avšak jenom u tří kmenů, výrazně se lišících počtem hlízek v generaci F₁ (s vysokým, středním a nízkým počtem).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z generací I₁, I₂ a F₁ poskytla nejvyšší výnos semene generace F₁. Výnos této hybridní generace byl dvojnásobný ve srovnání s inbredními generacemi (tj. v průměru u generace F₁ dosáhl 9,21 g, kdežto u I₁ jen 3,42, resp. u I₂ jen 4,12 g).

Získané hodnoty ze zkoušky výkonu v roce 1995 byly zhodnoceny vícenásobnou analýzou variance (tab. I).

Z tab. I je patrné, že většina sledovaných znaků byla především ovlivněna generací (I₁, I₂, F₁) a v menší míře i geneticky (kmeny). Tak byla statisticky potvrzena významnost ($P < 0,01$) inbrední deprese mezi generacemi I₁ a I₂ a heterozního efektu mezi generacemi I₁ a F₁, jejichž hodnoty jsou uvedeny v tab. II.

Nejvyšší inbrední deprese byla zaznamenána u sušiny kořenů a obsahu dusíkatých látek (v obou případech

I. Analýza variance pro výnosové charakteristiky šesti kmenů vojtěšky v generacích I₁, I₂ a F₁ – Analysis of variance for traits of six lucerne strains in I₁, I₂ a F₁ generation

Zdroj variability ¹	df ²	Zelená hmota ³	Hmotnost sena ⁴	Hmotnost kořenů ⁵	Hmotnost suché hmoty kořenů ⁶	Počet hlízek ⁷	Výška rostliny ⁸	Množství dusíkatých látek ve 2. seči ⁹
MS								
Kmen ¹⁰	5	1 192 ⁺⁺	32,9 ⁺⁺	655	5,20 [*]	42 267 [*]	149,0 [*]	1,205 [*]
Generace ¹¹	2	7 866 ⁺⁺	450,2 ⁺⁺	3 533 ⁺⁺	103,05 ⁺⁺	99 766 ⁺⁺	705,0 ⁺⁺	12,782 ⁺⁺
Interakce kmeny x generace ¹²	10	252 ⁺	11,3	166	1,83	7 403	33,6	0,397
Reziduum ¹³	20	94	4,2	247	2,07	6 898	43,8	0,149

⁺ $P < 0,05$; ⁺⁺ $P < 0,01$

¹source of variability, ²degrees of freedom, ³green matter, ⁴matter of hay, ⁵weight of roots, ⁶dry matter of roots, ⁷number of nodules, ⁸height of plants, ⁹amount of crude protein in the 2nd cut, ¹⁰strain, ¹¹generation, ¹²strains x generations interaction, ¹³residuum

II. Porovnání inzucht ní deprese mezi generacemi I₁ a I₂ a heteroze mezi generacemi F₁ a I₁ v % (I₁ = 100 %) – The comparison of inbreeding depression between generations I₁ and I₂ and of hybrid vigour between generations F₁ and I₁ (I₁ = 100%)

Generace ¹	Zelená hmota ²	Hmotnost sena ³	Hmotnost kořenů ⁴	Hmotnost suché hmoty kořenů ⁵	Počet hlízek ⁶	Výška rostliny ⁷	Množství dusíkatých látek v 2. seči ⁸
I ₁	100	100	100	100	100	100	100
I ₂	80	79	86	75	83	101	75
F ₁	135	141	132	120	117	121	129

¹generation, ²green matter, ³matter of hay, ⁴matter of roots, ⁵dry matter of roots, ⁶number of nodules, ⁷height of plant, ⁸amount of crude protein the 2nd cut

III. Průměrné hodnoty kmenů přes generace I₁, I₂ a F₁ – Mean of the strains over generations I₁, I₂ and F₁

Kmen ¹	Zelená hmota ² (g)	Hmotnost sena ³ (g)	Hmotnost kořenů ⁴ (g)	Hmotnost suché hmoty kořenů ⁵	Počet hlízek ⁶	Výška rostliny ⁷ (cm)	Množství dusíkatých látek v 2. seči ⁸ (g)
1	68,8 ^a	15,5 ^a	58,0 ^{ab}	10,1 ^{ab}	505,1 ^b	51,0 ^a	2,93 ^a
2	66,9 ^a	15,3 ^a	55,0 ^a	10,1 ^{ab}	326,3 ^a	55,6 ^{ab}	2,87 ^a
3	89,8 ^b	19,4 ^b	79,3 ^b	12,0 ^b	489,0 ^b	61,9 ^b	3,57 ^b
4	90,8 ^b	18,9 ^b	61,2 ^{ab}	10,5 ^{ab}	386,1 ^{ab}	57,7 ^{ab}	3,16 ^a
5	68,3 ^a	15,1 ^a	61,9 ^{ab}	10,0 ^a	432,1 ^{ab}	61,7 ^b	2,74 ^a
6	86,5 ^b	17,6 ^{ab}	60,7 ^{ab}	10,3 ^{ab}	473,0 ^b	57,9 ^{ab}	3,16 ^{ab}

Hodnoty, které se neliší průkazně, jsou označeny stejným písmenem (Duncanův test) – Values which do not differ significantly are signed by the same letter (Duncan's test)

¹strain, ²green matter, ³hay, ⁴roots, ⁵dry matter of roots, ⁶number of nodules, ⁷height of plant, ⁸amount of crude protein the 2nd cut

25 %), nejnižší u výšky rostlin (0 %). Nejvyšší heteroze byla zjištěna u výnosu sena (41 %), zelené hmoty (35 %) a hmotnosti kořenů (32 %), nejnižší heteroze u počtu hlízek (17 %), suché hmoty kořenů (20 %) a výšky rostlin (tab. II).

Jak je uvedeno v tab. I, úroveň většiny sledovaných znaků (s výjimkou čerstvé hmoty kořenů) se významně lišila mezi některými kmeny (tab. III). Nejlepší byl ve více znacích kmen č. 3 a přibližovaly se mu kmeny č. 4 a 6, nejnižších hodnot dosahoval kmen č. 1, s výjimkou počtu hlízek. U kmenů s největší inbrední depresí (č. 1 a 2) však vznikl největší heterozní efekt u hmotnosti sena, suchých kořenů a počtu hlízek.

Heritabilita zjištěná mezi generacemi I₂/I₁ a F₁/I₂ byla nízká; relativně nejvyšší u počtu hlízek (19,1 a 8,4 %) a u zelené hmoty (14,1 a 7,6 %) a nejnižší u hmotnosti kořenů (7,1 a 3,2 %).

Průkazné korelace mezi hmotností zelené hmoty a kořenů byly patrné ve všech sledovaných generacích I₁, I₂ a F₁ (0,579*, 0,499* a 0,585*). Nejtěsnější korelace byla zjištěna mezi hmotností kořenů a počtem hlízek poutajících vzdušný dusík u generace F₁ (0,726**), avšak u obou inbredních generací byla tato korelace nevýznamná.

Průkazná heteroze ($P < 0,05$) v aktivitě nitrogenázy byla zjištěna mezi generacemi F₁ a I₁. Nejvyšší byla u kmene č. 1, který měl i největší počet hlízek. U generace I₁ činila aktivita nitrogenázy 298,2, zatímco u generace F₁ 621,8 nmol etylénu.h⁻¹. Nejnižší hodnota byla zjištěna v generaci I₁ u kmene č. 6 (145,3 nmol etylénu.h⁻¹). U kmene č. 4 k heterozí nedošlo (I₁ 277,8 a F₁ 231,9 nmol.h⁻¹).

V práci jsme prokázali dostatek genetické variability i po třech cyklech rekurentní fenotypové selekce na znaky spojené se symbiotickou fixací dusíku, což se projevilo průkaznými rozdíly mezi sledovanými kmeny (tab. I a III). Tedy i po třech cyklech rekurentní fenotypové selekce, jejichž výsledkem byly rodičovské klony zkoušených generací, je možné zvyšovat frekvenci genů kontrolujících symbiotickou fixaci dusíku u vojtěšky.

Symbiotická fixace dusíku je řízena geny mikrosymbionta (*Rhizobium*), makrosymbionta (rostliny vojtěšky) a jejich interakcí. Protože již bylo dosaženo značného pokroku ve šlechtění kmenů *Rhizobia*, lze očekávat největší pokrok ve zvyšování symbiotické fixace šlechtěním hostitelské rostliny (Dreyfus *et al.*, 1988). U vojtěšky regulují množství symbiotické fixace dvě skupiny genů. Jednak ty, které regulují efektivní nodulaci, a jednak ty, které regulují efektivní fixaci. Protože je fixace značně energeticky náročná a na fixaci jednoho miligramu dusíku se spotřebují čtyři miligramy uhlíku poutaného fotosyntézou (Warembourg, Roumet, 1989), bylo doporučeno vybírat rychle rostoucí rostliny, s vysokou hmotností nodulí a později i podle aktivity nitrogenázy (Viands *et al.*, 1981).

Neschopnost nodulace po infekci *Rhizobium meliloti* je řízena dvěma recesivními geny *nn*₁ a *nn*₂, neefektivní fixace pěti recesivními geny *in*₁ až *in*₅ (Barnes *et al.*, 1988a, b). Rekurentní fenotypová selekce tedy umožňuje postupně zvyšování frekvence dominantních alel uvedených sedmi genů. Poněvadž je však vojtěška autotetraploid, nelze očekávat rychlý pokrok.

Uvedená sledování prokázala význam inzucht-heterozního postupu ve šlechtění vojtěšky také pro symbi-

otickou fixací dusíku. Potvrzuje to oprávněnost názorů autora Rotili (1976) o vyšší účinnosti selekce vojtěšky při testování selfovaných generací, a to zejména pro výnos píce. Současně je nutné hodnocení rostlin v zapojeném porostu. Hodnocení symbiotické fixace u předselektovaných klonů, kmenů i „linií“ by se mělo stát jedním ze selekčních kritérií ovlivňujících nejen výnos píce a proteinů, ale i zdravotní stav rostlin. Například virózní rostliny vojtěšky měly výrazně menší růst nadzemní i podzemní části, menší nodulaci i aktivitu nitrogenázy, pokud nebyl aplikován minerální dusík. Reakce na virózní onemocnění se proto vysvětluje omezením fixace dusíku, poněvadž se po aplikaci dusíku zmenšila (Ohki *et al.*, 1986).

LITERATURA

Barnes D. K., Vance C. P., Heichel G. H., Peterson M. A., Ellis W. R. (1988): Registration of a non-nodulation and three ineffective nodulation alfalfa germplasm. *Crop Sci.*, 28: 721–722.

Barnes D. K., Sheaffer C. C., Heichel G. H., Smith D. M., Peaden R. N. (1988): Nitro. *Crop Sci.*, 28: 718.

Dreyfus B. L., Diem H. G., Dommergues Y. R. (1988): Future directions for biological nitrogen fixation research. *Plant Soil*, 108: 191–199.

Chloupek O., Babinec J., Holubář J. (1996): Development and evaluation of new synthetic varieties of lucerne "Jitka" and "Niva". *Acta Univ. Agric. et Silv. Mendelianae Brunensis*, XLIV (1–4): 19–23.

Jung J., Dressel J., Kuchenbuch R. (1989): Nitrogen balance of legume-wheat cropping sequences. *Crop Sci.*, 162: 1–9.

Ohki S. T., Leps W.T., Hiruki C. (1986): Effects of alfalfa mosaic virus infection on factors associated with symbiotic N₂ fixation in alfalfa. *Can. J. Plant Pathol.*, 8: 277–281.

Pederson G. A., Kendall W. A., Hill R. R. (1984): Effect of divergent selection for root weight on genetic variation for root and shoot characters in alfalfa. *Crop Sci.*, 24: 570–573.

Rotili P. (1976): Performance of diallel crosses and second generation synthetics of alfalfa derived from partly inbred parents. I. Forage yield. *Crop Sci.*, 16: 247–251.

Viands D. R., Barnes D. K., Heichel G. H. (1981): Nitrogen fixation in alfalfa – responses to bidirectional selection for associated characteristics. *USDA Tech. Bull.*, 1643. 24 s.

Warembourg F. R., Roumet C. (1989): Why and how to estimate the cost of symbiotic N₂ fixation? A progressive approach based on the use of ¹⁴C and ¹⁵N isotopes. *Plant Soil*, 115: 167–177.

Wivstad M., Martensson A. M., Ljunggren H. D. (1987): Field measurement of symbiotic nitrogen fixation in an established lucerne ley using ¹⁵N and an acetylene reduction method. *Plant Soil*, 97: 93–104.

Došlo 8. 2. 1999

Kontaktní adresa:

Ing. Josef Holý, Agrogen, Šlechtitelská stanice, 664 43 Želešice, Česká republika, tel./fax: 05/47 24 23 16

ODOLNOST REGISTROVANÝCH ODRŮD A NOVOŠLECHTĚNÍ OZIMÉHO JEČMENE Z ČESKÉ REPUBLIKY KE KOMPLEXU ŽLUTÉ MOZAIKY JEČMENE*

RESISTANCE OF REGISTERED VARIETIES AND ADVANCED
BREEDING LINES OF WINTER BARLEY FROM THE CZECH
REPUBLIC TO THE BARLEY YELLOW MOSAIC VIRUS COMPLEX

J. Špunar, J. Oborný, M. Špunarová, K. Vaculová

Kroměříž Agricultural Research Institute, Ltd., Kroměříž, Czech Republic

ABSTRACT: Resistance to barley yellow mosaic virus (BaYMV) complex was evaluated in winter barley varieties registered in the Czech Republic, advanced lines tested in the Czech Official Trials or multilocation trials and lines developed in the Agricultural Research Institute, Kroměříž. Tests of resistance to the viruses BaYMV-1 and BaYMV-2 were performed in the virus infected fields in FRG (in Tolzkirchen and Frankenfeld for BaYMV-1 and in Bornum and Hohenfeld for BaYMV-2). Proportion of plants with mosaic symptoms to the total number of plants was decisive for the determination of resistance level. Preliminary results of glasshouse tests with mechanical infection of BaMMV are also available. From the registered varieties only the variety Babylone manifested a higher resistance level. No Czech variety or line showed resistance to BaYMV-2. Only the variety Tokyo, registered in FRG, could be considered as resistant to the complex of three viruses. The obtained results document that the resistance to BaYMV can be increased with the use of resistant parental varieties, eg. Thalassa or Oceane from France and Jana from Germany. Obtaining of resistance to the BaYMV complex belongs to breeding goals also in Czech Republic, in spite of the fact that occurrence of this disease has not yet been detected in this region. The acreage sown with winter barley in the Czech Republic increases, which may also increase the risk of infestation by BaYMV.

Keywords: winter barley; breeding; BaYMV resistance; BaMMV resistance; glasshouse trials; field trials

ABSTRAKT: Rezistence ke komplexu virů žluté mozaiky (BaYMV) byla hodnocena u odrůd ozimého ječmene registrovaných v České republice, u rozpracovaných linií zkoušených ve státních odrůdových zkouškách a linií vytvořených v Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s. r. o. Testy na rezistenci k virům BaYMV-1 a BaYMV-2 byly provedeny na infekčních polích v SRN (v Tolzkirchenu a Frankenfeldu na BaYMV-1, v Bornumu a Hohenfeldu na BaYMV-2). Poměr rostlin se symptomy mozaiky k celkovému počtu rostlin byl rozhodující pro stanovení úrovně rezistence. Byly získány rovněž výsledky ze skleníkových testů s mechanickou infekcí BaMMV. Z registrovaných odrůd jen odrůda Babylone vykazovala vysokou úroveň rezistence. Žádná česká odrůda ani linie nevykazovala rezistenci k BaYMV-2. Jen odrůda Tokyo, registrovaná v SRN, může být považována za rezistentní ke všem třem virům. Získané výsledky dokumentují, že rezistence k BaYMV v ozimém ječmeni může být zvýšena použitím rezistentních rodičovských odrůd, jako např. Thalassa nebo Oceane z Francie, Jana z Německa (tab. I). Získání rezistence ke komplexu BaYMV patří ke šlechtitelským cílům také v České republice, i když výskyt těchto patogenů nebyl ještě v tomto regionu detekován. V České republice nebyl dosud zjištěn výskyt virové mozaiky ječmene BaYMV. Plocha orné půdy osávaná ozimým ječmenem se zvyšuje (obr. 1 a 2), což rovněž zvyšuje riziko zamoření tímto patogenem.

Klíčová slova: ozimý ječmen; šlechtění; rezistence k BaYMV; rezistence k BaMMV; polní testy; skleníkové testy

ÚVOD

Virus mírné mozaiky ječmene (BaMMV – barley mild mosaic virus) a viry mozaiky ječmene (BaYMV-1 a BaYMV-2 – barley yellow mosaic virus), tvořící BaYMV komplex, jsou patogeni, kteří způsobují jedno

z nejvážnějších onemocnění ozimého ječmene v Evropě a Asii (zvláště v Japonsku). Tyto viry jsou přenašeny půdní houbou *Polymyxa graminis* a nelze proti nim bojovat chemicky. Ztráty na výnosu dosahují 20–50 % (Tann, 1997). Tyto viry byly poprvé objeveny v Japonsku v roce 1940 (Inouye, Saito, 1975), odkud byly za-

* Práce byla realizována s podporou Ministerstva zemědělství České republiky (projekt Národní agentury pro zemědělský výzkum č. EP 6070).

vlečeny do Evropy. V současné době je jejich největší výskyt v Anglii (Prince, 1995), Francii (Hebrard, 1995) a zvláště SRN (Proeseler *et al.*, 1998). Ve Francii prakticky nejsou povolovány odrůdy bez rezistence k BaYMV, protože odolná odrůda je jedinou ochranou (Bernicot, 1996).

Výskyt komplexu BaYMV v České republice nebyl do roku 1998 zjištěn. Vzhledem ke skutečnosti, že jedinou ochranou proti uvedenému chorobě je odolná odrůda, byla provedena testace odrůd a novošlechtění ve skleníkových a polních podmínkách v SRN. Předložená publikace hodnotí metodické přístupy a kolekci zkoušených genotypů z hlediska rezistence k BaYMV. Výsledky vychází z projektu, jehož cílem byl výběr odrůd a linií a jejich využití pro tvorbu nových odrůd využitelných v zemědělské praxi na pozemcích, na kterých bude zjištěn případný výskyt těchto virů.

MATERIÁL A METODA

Byla sestavena kolekce 100 genotypů, která reprezentovala odrůdy registrované, nové materiály zkoušené ve státních odrůdových zkouškách a nově rozpracované linie vzniklé v rámci geneticko-šlechtitelských studií, při nichž byl využit jeden nebo oba rodiče s deklarovanou odolností BaYMV.

Skleníkové testy

Celá kolekce byla orientačně testována ve skleníkových podmínkách ve Freisingu na odolnost k BaMMV. U tohoto viru je možný mechanický přenos.

Pěstování rostlinného materiálu: Rostliny byly ve skleníku pěstovány v nádobách o velikosti 40 x 40 x 6 cm. Zrno bylo vyseto do předem vytvořených důlků v půdě (po 10 zrnech od každého zkoušeného genotypu). Ve stadiu jednoho listu byly slabší rostliny (napadení Fusariem, snížená energie klíčení atd.) eliminovány, takže od každého genotypu bylo ponecháno pět stejnoměrně vyvinutých rostlin pro inokulaci. V každé nádobě bylo zkoušeno sedm novošlechtění s kontrolní vysoce náchylnou odrůdou.

Pěstování rostlin probíhalo od klíčení do stadia jednoho listu při teplotě 20 °C. Později byla teplota snížena na 8–10 °C. Pěstování rostlin do fáze tří listů trvalo tři až čtyři týdny. Rostliny byly pěstovány při délce dne 14 hodin. Dodatečné osvětlení bylo prováděno halogenovými lampami (MQI/250/T8/43) od firmy General Electric. V závislosti na přirozeném záření bylo prováděno osvětlení prodloužením dne 4 + 4 hodiny se světelnou intenzitou 6 000–8 000 luxů.

Příprava inokulačního roztoku: K přípravě inokula bylo použito rostlinné šťávy z čerstvých listů silně infikovaných rostlin. K vylisované šťávě ze 100 g listů (Pollahne lis na listy) bylo přidáno 200 ml pufovacího roztoku (K_2HPO_4), 0,1 M (pH 9,1) a doplněno na 1 l roztoku. Pufovací roztok byl již během extrakce šťávy kontinuálně dodáván. K udržení infekčnosti byla sus-

penze chlazená ledovými kostkami s obsahem pufovacího roztoku.

Inokulace: Získaná vylisovaná šťáva byla filtrována přes nylonovou tkaninu. Bezprostředně po inokulaci byla šťáva míchaná s karborundem (110 g) na 200 ml infekční suspenze. Postřik byl prováděn tlakovou pistolí tlakem 5 barů (tlaková pistole Firmy Sata LM 92 s míchacím zařízením). Všechny části rostlin byly postřikány jak z horní, tak ze spodní strany.

Další pěstování: Po inokulaci byly silně oslabené rostliny udržovány 24 hodin při teplotě 20 °C za účelem regenerace. Inokulované listy v průběhu následujících dní částečně odumíraly, ale rostliny zregenerovaly a dále se pěstovaly při teplotě 8–10 °C a prodloužené délce dne (4 + 4 hodiny) a intenzitě osvětlení 6 000–8 000 luxů.

Vyhodnocení se provádělo za čtyři až šest týdnů po inokulaci, kdy byly viditelné typické symptomy viru BaMMV.

Polní testy

Testace na odolnost BaYMV-1 byla provedena na infekčním poli v Tolzkirchenu (u Mnichova) a BaYMV-2 v Bornumu (u Hannoveru). Tyto pokusy zajistil Dr. Max Baumer z Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau ve Freisingu, který provádí testaci pro řadu šlechtitelů z Bavorska, případně Německa. Celkem bylo zkoušeno 7 000 odrůd a linií. Materiály z ČR byly označeny čísly 6201 až 6300.

Pokusy v Tolzkirchenu byly sety secím strojem firmy HEGE zn. Schmotzer-Combi. Tento stroj seje dvouřádkové parcelky s celkovým počtem 20 zrn v řádku na délce 65 cm ve dvou opakováních.

Bornum se nachází v Dolním Sasku v blízkosti Hannoveru, kde je pronajat pozemek silně zamořený BaYMV-2. Pokusy byly sety strojem Wintersteiger-Seedmatic rovněž ve dvouřádkových parcelách s celkovým počtem 30 zrn na řádek v délce 85 cm, rovněž ve dvou opakováních.

Na zkušebních pracovištích byl veškerý materiál mořen směsí mořidel s fungicidním účinkem (Larin 200 ml) a insekticidním účinkem, zvláště proti mšicím přenašečům BYDV (Gaucho 100 ml).

Testace byla rovněž provedena na odolnost BaYMV-1 na infekčním poli v Höhenfeldu (u Würzburgu) a Frankenfeldu (u Dráždan). Tyto pokusy zajistil Dr. Manfred Herrman ze šlechtitelské stanice Leutewitz, Deutsche Saatveredelung Lippstadt, Zuchtstation Leutewitz.

Výsev pokusů se prováděl secím strojem Wintersteiger-Seedmatic rovněž ve dvouřádkových parcelách s celkovým počtem 30 zrn na řádek v délce 85 cm ve dvou opakováních.

Veškerý materiál byl mořen směsí mořidel s fungicidním účinkem (Larin 200 ml) a insekticidním účinkem, zvláště proti mšicím přenašečům BYDV (Gaucho 100 ml). Larin sloužil k ochraně před houbovými chorobami.

Do pokusů byly zařazeny odrůdy a linie zkoušené ve státních odrůdových zkouškách s označením T 6201 až

I. Výsledky testace odrůd a linií na odolnost BaYMV v SRN ve sklizňovém ročníku 1998 – Results of variety and line testing on BaYMV resistance in FRG in harvest year 1998

Test číslo ¹	Číslo linie ²	Původ/Odrůda ³	Radovost ⁴	Sklenníkový test ⁵		TOLZ ⁶	BORNUM	HOHEN ⁷	FRANKEN ⁸	Celkové hodnocení ⁹
				BaMMV						
				Počet rostlin		BYMV-1	BYMV-2	BYMV-1	BYMV-2	
				všechné	napadené					
1	2	3	4	5	6	7				
T 6201	1030024	Angora	2	5	2	6	8			
T 6202	1030027		2	5	4	5	8			
T 6203	1030028		6	5	5	5	7			
T 6204	1030031	KM 237	6	5	1	4	8	r		r
T 6205	1030033	NIC-90-1250	6	2	1	4	9			
T 6206	1030034	Tiffany	2	5	4	6	7			
T 6207	1030035		2	5	0	4	7	r		r
T 6208	1030039		2	5	0	5	7	r		r
T 6209	1030040		6	5	4	6	7			
T 6210	1030042		6	5	4	6	8			
T 6211	1030043		2	5	5	6	8			
T 6212	1030048		6	5	4	4	7			
T 6213	1030050	KM 791	6	5	3	5	7			
T 6214	1030053		2	5	4	7	8			
T 6215	1030055		6	5	0	4	7	r		r
T 6216	1030063		6	5	2	5	7			
T 6217	1030064		2	5	4	6	8			
T 6218	1030065		6	5	0	3	5	r		r
T 6219	1030066		6	5	2	5	7			
T 6220	1030067		6	5	4	4	7			
T 6221	1030068		6	5	5	6	7			
T 6222	1030069		2	5	5	6	8			
T 6223	1030070	Tulip	2	5	0	4	8	r		r
T 6224	1030071		6	5	0	4	7	r		r
T 6225	1030072		2	5	0	4	7	r		r
T 6226	1030073		2	5	5	6	8			
T 6227	1030074		6	5	0	4	8	r		r
T 6228	1030075		6	5	0	4	7	r		r
T 6229	1030076		6	5	0	3	7	r		r
T 6230	1030077		6	5	0	4	8	r		r
T 6231	1030078		6	5	3	5	7			
T 6232	1030079		6	5	0	4	7	r		r
T 6233	1030080		6	5	2	3	5			
T 6234		KROMIR	6	5	4	5	7			
T 6235		LUXOR	6	5	5	4	8			
T 6236		LUNET	6	5	3	5	7			
T 6237		KAMIL	6	5	3	5	7			
T 6238		KROMOZ	6	5	3	5	7			
T 6239		OKAL	6	5	4	5	7			
T 6240		AGRILO	2	5	4	6	8			
T 6241		BABYLONE	2	5	0	4	7	r		r
T 6242		MARNA	2	5	5	6	8			
T 6243		MARINKA	2	2	1	6	8			
T 6244		MONACO	2	1	1	6	8			
T 6245	KM 237-55	výběr z D 10119	6	5	0	5	8	r		r
T 6246	KM 237-56	výběr z D 10119	6	5	3	5	8			
T 6247	KM 1428	Kromir x HM 286	6	5	0	5	8	r		r
T 6248	KM 1463	Luxor x Leu 23 311	6	5	4	5	7			
T 6249	KM 237-235	výběr z D 10119	6	5	4	5	7			
T 6250	KM 237-243	výběr z D 10119	6	5	5	5	7			
T 6251	KM 237-242	výběr z D 10119	6	5	5	5	7			
T 6252	KM 237-245	výběr z D 10119	6	5	1	4	8	r		r
T 6253	KM 237-247	výběr z D 10119	6	5	2	5	7			
T 6254	KM 237-258	výběr z D 10119	6	5	3	5	7			

Test číslo ¹	Číslo linie ²	Původ/Odrůda ³	Radovost ⁴	Skleníkový test ⁵		TOLZ ⁶	BORNUM	HOHEN ⁷	FRANKEN ⁸	Celkové hodnocení ⁹
				BaMMV		BYMV-1	BYMV-2	BYMV-1	BYMV-2	
				Počet rostlin						
				všešlé	napadené	3	4	5	6	
T 6255	KM 237-266	výběr z D 10119	6	5	3	5	8			
T 6256	KM 237-268	výběr z D 10119	6	5	1	5	8	r		r
T 6257	KM 237-274	výběr z D 10119	6	5	0	5	7	r		r
T 6258	KM 237-278	výběr z D 10119	6	5	4	4	7			
T 6259	KM 1318-303	HVW 12803 x Monaco	2	5	3	6	8			
T 6260	KM 1318-305	HVW 12803 x Monaco	2	5	3	6	8			
T 6261	KM 1318-1433	HVW 12803 x Monaco	2	5	5	6	9			
T 6262	KM 1318-1437	HVW 12803 x Monaco	2	5	5	5	8			
T 6263	KM 1318-1438	HVW 12803 x Monaco	2	5	5	6	8			
T 6264	KM 1318-1441	HVW 12803 x Monaco	2	5	4	6	9			
T 6265	KM 1318-1442	HVW 12803 x Monaco	2	5	4	6	8			
T 6266	KM 1318-1444	HVW 12803 x Monaco	2	5	4	6	8			
T 6267	KM 1318-1445	HVW 12803 x Monaco	2	4	4	5	8			
T 6268	KM 1318-1459	HVW 12803 x Monaco	2	5	5	6	8			
T 6269	KM 1318-1463	HVW 12803 x Monaco	2	5	5	7	8			
T 6270	KM 1318-1479	HVW 12803 x Monaco	2	5	4	6	8			
T 6271	KM 1357-472	KM 2099 x Oceane	6	5	0	4	8	r		r
T 6272	KM 1386-539	Kamil x Thalassa	6	5	5	7	8			
T 6273	KM 1386-547	Kamil x Thalassa	6	5	0	4	7	r		r
T 6274	KM 1388-509	Okal x Jana	6	5	0	3	7	r		r
T 6275	KM 1388-510	Okal x Jana	6	5	0	4	7	r		r
T 6276	KM 1388-511	Okal x Jana	6	5	3	4	7			r
T 6277	KM 1388-517	Okal x Jana	6	5	0	4	8	r		r
T 6278	KM 1506	Monaco x Seco 223 SH	2	5	4	6	8			
T 6279	KM 1522	Tiffany x Seco 223 SH	2	5	0	4	7	r		r
T 6280	KM 1523	Tiffany x LP 85 998	2	5	5	6	8			
T 6281	KM 1525	Seco 9975 RH x Seco 223 SH	2	4	0	5	7			
T 6282	KM 2007	FR 86/083/04 A	2	5	0	5	7	r		
T 6283	KM 2008	FR 86/083/04 B	2	5	0	5	7	r		r
T 6284	KM 2009	Svenja	2	4	0	4	7	r		r
T 6285	KM 2012	Seco 23043 TH 1	2	5	0	6	7	r		r
T 6286	KM 2013	KM 999 -1237	2	5	5	6	7			
T 6287	KM 2014	Seco 19993 VH 2	2	5	0	4	7	r		r
T 6288	KM 2015	Tokyo	2	5	0	3	2	r	r*	r*
T 6289	KM 2016	Leu 641	2	5	5	7	8			
T 6290	KM 2017	PF 592-047 D	2	4	2	6	7			
T 6291	KM 2018	PF 592-237	2	5	0	4	8	r		r
T 6292	KM 2019	BR 2247 c	2	5	4	7	8			
T 6293	KM 6003	KM 906	6	5	2	6	7			
T 6294	KM 6005	KM 1028	6	5	4	5	7			
T 6295	KM 6006	KM 1045	6	5	2	6	7			
T 6296	KM 6011	NIC 935256	6	5	0	4	7	r		r
T 6297	KM 6013	KM 2099-150	6	5	1	5	7			
T 6298	KM 6014	NIC 945560 C	6	5	2	5	7			
T 6299	KM 6015	MH 89 CA 16-2	6	5	0	4	5	r		r
T 6300	KM 6016	Seco 16 831 WH	6	5	0	3	6	r		r
Kontrola 1		Tokyo				2	2			
Kontrola 2		Angora				7	8			

Systémy hodnocení: 1 – počet vzešlých rostlin; 2 – počet napadených rostlin; 3 – bonitace: 1–3 odolné, 4–6 středně odolné, 7–9 silně napadené; 4 – bonitace: 1–3 odolné, 4–6 středně odolné, 7–9 silně napadené; 5 (r) – odolné; 6 (r) – odolné; 7 (r) – odolné ve všech testech k BaMMV a BaYMV-1; r* – odolné k BaYMV-2

Systems of evaluation: 1 – number of emerged plants; 2 – number of infected plants; 3 – evaluation: 1–3 resistant, 4–6 middle resistant, 7–9 very susceptible; 4 – evaluation: 1–3 resistant, 4–6 middle resistant, 7–9 very susceptible; 5 (r) – resistant; 6 (r) – resistant; 7 (r) – resistant in all tests on BaYMMV a BaYMV-1; r* – resistant on BaYMV-2

¹number of testing, ²line no., ³breeder's number, ⁴origin/variety, ⁵glasshouse test, ⁶Tolzkirchen, ⁷Höhenfeld, ⁸Frankenfeld, ⁹total evaluation

T 6244. U odrůd a novošlechtění v registračním řízení jsou v souladu se zákonem uvedeny pouze kódy, pod kterými jsou zkoušeny. Výjimkou jsou odrůdy a novošlechtění, které přihlásili k registračnímu řízení autoři této práce.

Dále byly vybrány linie s dobrou úrovní hospodářsky důležitých znaků vytvořené v rámci hybridizačního programu v Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s. r. o. Tyto linie mají označení T 6245 až T 6277. Další skupinou byla česká a zahraniční novošlechtění zkoušená v rámci mezistaničních předzkoušek.

VÝSLEDKY

V tab. I jsou uvedeny souhrnné výsledky ze sklizňového ročníku 1998. Z nich vyplývá, že ze současných povolených odrůd ozimého ječmene vykazuje rezistenci k BaMMV a BaYMV-1 odrůda Babylone. Odrůda Kamil, která byla registrována jako rezistentní, tuto odolnost neprokázala. Kromě Babylone se projevilo jako rezistentní dalších 13 novošlechtění.

Novošlechtění KM 237 vykazovalo rezistenci k BaYMV, ale u linií z udržovacího šlechtění tohoto materiálu, označených čísly T 6245 až T 6246 a dále T 6249 až T 6258, se projevilo štěpení v rezistenci. Z celkového počtu deseti linií se pouze u čtyř potvrdila rezistence, u ostatních se projeví různé stupně náchylnosti.

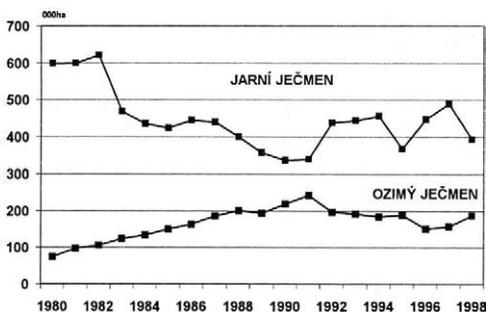
U dalších novošlechtění se prokázalo, že existuje reálná perspektiva výběru rezistentního genotypu, pokud alespoň jeden rodič je odolný, jako např. francouzské odrůdy Thalassa a Oceane nebo německá odrůda Jana. Tuto skutečnost prokázalo šest linií z křížení s odrůdou KM 2099, Kamil a Okál, zkoušených pod čísly T 6270 až T 6277.

Ze zahraničních materiálů (v tabulce označeny zkratkami země původu D, DK, F) zastupovaných Zemědělským výzkumným ústavem Kroměříž a zkoušených v MPZ pod označením T 6278 až T 6300 potvrdilo odolnost 10 genotypů, což ukazuje, že v Německu,

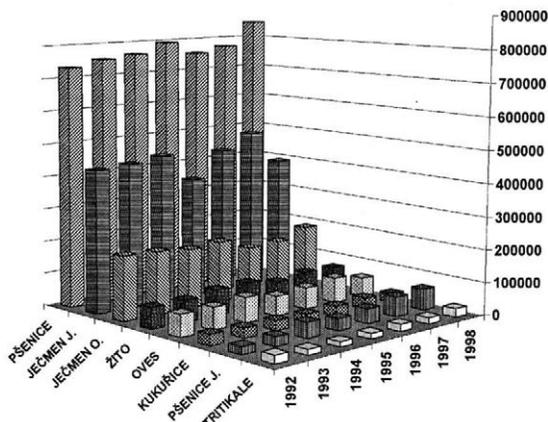
Francii a Dánsku se věnuje šlechtění na odolnost k BaYMV velká pozornost. Z celého sortimentu byla k BaYMV-2 odolná pouze odrůda Tokyo registrovaná v SRN. Z novošlechtění Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž však odolnost nevykázalo žádné novošlechtění, neboť při tvorbě uvedených materiálů hybridizací nebyla odolnost BaYMV zařazena mezi šlechtitelské cíle.

DISKUSE

Jedním z důvodů, proč se BaYMV v České republice nevyskytuje, může být skutečnost, že ječmen ozimý je relativně mladou plodinou s narůstajícím významem (obr. 1). Kromě toho se i v letech 1992–1998 plocha ozimého ječmene pohybovala v rozmezí 150–250 tis. ha, což nepředstavuje více než 10–15 % z celkové plochy obilovin (obr. 2). Vysoký podíl obilovin a zvláště ozimého ječmene je podle autorů Friedt *et al.* (1990) a Huth (1995) největším rizikovým faktorem pro rozšiřování pūdou přenášených virů, kam patří zvláště BaYMV.



1. Vývoj pěstování jarního a ozimého ječmene v ČR v letech 1980–1998 – Development of spring and winter barley cultivation in the Czech Republic 1980–1998



2. Struktura osevních ploch obilovin v ČR v letech 1992–1998 – Acreage of sown different cereal crops (winter wheat, spring barley, winter barley, rye, oat, maize, spring wheat and triticale) in the Czech Republic in the period 1992–1998

Jak se dostala BaYMV z Japonska do Anglie, pokládá řada vědeckých pracovníků za nevyjasněné (Prince, 1995). Na druhé straně je zajímavé, že ze zemí, s kterými Česká republika sousedí, je zamořeno velmi silně pouze SRN, a jak udávají poslední výzkumy mnoha německých odborníků, stává se BaYMV stále nebezpečnější chorobou (Tann, 1997; Proeseler *et al.*, 1998).

V České republice byla již v roce 1992 registrována odrůda Kamil, u které byla na infekčních polích v severní Francii dodatečně zjištěna odolnost k BaYMV. Udržovací šlechtění však probíhalo na šlechtitelské stanici v Horní Moštěnici (HybriTech, dřívě Morstar Kroměříž) a tato odrůda svoji odolnost ztratila. Obdobná situace nastala u novošlechtění KM 237, které bylo přihlášeno do SOZ jako rezistentní k BaYMV. Udržovací šlechtění rovněž neprobíhalo na infekčních polích a v roce 1998 bylo zjištěno v této chorobě štěpení. Z deseti linií prokázaly rezistenci jen čtyři. Špunar (1997) zjistil, že na infekčním poli v Tolzkirchenu jsou testovány genotypy bavorských šlechtitelů a že prakticky všechny linie z udržovacího šlechtění jsou testovány na odolnost BaYMV. Za odolné genotypy BaYMV-2 jsou pokládány ty genotypy, které byly odolné jak na infekčním poli zamořeném BaYMV-1, tak i na infekčním poli zamořeném BaYMV-2. Ze sortimentu povolených odrůd v SRN byla zjištěna tato odolnost jen v odrůdě Tokyo.

Tato odrůda, odolná jak k BaYMV-1, tak k BaYMV-2, však nedoznává v Německu rozšíření z důvodu nižších výnosů ve srovnání s jinými odrůdami, které jsou odolné jen k BaYMV-1, jako např. Duet (Hemker, osobní sdělení, 1998). Z uvedených údajů vyplývá, že čeští šlechtitelé musí zabudovat odolnost ke komplexu virů BaYMV, přičemž však musí být dosažena požadovaná úroveň i v dalších hospodářsky důležitých znacích. Zvláště závažným problémem bude zimovzdornost, neboť donory rezistence z Francie, Německa, ale zvláště z Anglie a Japonska mají velmi nízkou zimovzdornost a japonské donory vykazují kromě toho řadu dalších negativních vlastností. Z tohoto důvodu se ve Francii intenzivně hledá odolnost mezi starými francouzskými odrůdami (Le Gouis *et al.*, 1998).

Z těchto důvodů např. v Německu přistoupili k tvorbě rezistentních genotypů pomocí genetického inženýrství (Graner *et al.*, 1998; Ordon *et al.*, 1999; Fomitcheva *et al.*, 1999). Ze strany německých specialistů byla na Evropské konferenci virologů v Goslaru pozitivně hodnocena strategie šlechtění na odolnost BaYMV v neinfikované zemi, jako je Česká republika (Špunar, Baumer, 1998), spočívající v systematické testaci v zemích, kde již byla infekce zjištěna.

LITERATURA

- Bernicot M. H. (1996): Les variétés d'orge, les dernières inscrites. *Persp. Agricoles*, No. 213.
- Fomitcheva V. W., Ehrig E., Richter K., Kuhne T. (1999): Serological analysis of the two RNA2-encoded protein of barley mild mosaic virus. *Z. Pfl.-Krankh. Pfl.-Schutz*, 106: 265–274.
- Friedt W., Ordon F., Gotz R., Kaiser R. (1990): Bodenburtige Krankheiten, eine fortdauernde Herausforderung für die Pflanzzüchtung – beleuchtet am Beispiel der Gelbmosaikvirose der Gerste. *Ber. Arbeitstag. Saatzüchtl. Gumpenstein*, 40: 27–30.
- Graner A., Streng S., Bauer E., Schiemann A., Ordon F. (1998): Towards cloning of genes conferring resistance to barley yellow mosaic virus inducing viruses. In: VIIIth Conf. on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Biologische Bundesanstalt für Forstwirtschaft Braunschweig, Goslar, May 25–28.
- Hebrard J. P. (1995): Les viroses. Ne pas se laisser surprendre. *Persp. Agricoles*, No. 205: 2–20.
- Huth, w. (1995): Zur Epidemiologie der wichtigsten Getreide befallenden Viren in Mitteleuropa. *Ber. Arbeitstag. Saatzüchtl. Gumpenstein*, 45: 1–14.
- Inouye T., Saito Y. (1975): Barley yellow mosaic virus. *C.M.I./A.A.B. Description Plant Viruses*, No. 143. 4 s.
- Le Gouis J., Haariri, D., Bahrani N., Jestin L. (1998): Resistance of old French barley cultivars to barley mosaic viruses. In: VIIIth Conf. on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Biologische Bundesanstalt für Forstwirtschaft Braunschweig, Goslar, May 25–28.
- Ordon F., Schiemann A., Pello B., Dauck V., Bauer E., Streng S., Friedt W., Graner A. (1999): Application of molecular markers in breeding for resistance to the barley yellow mosaic virus complex. *Z. Pfl.-Krankh. Pfl.-Schutz*, 106: 256–264.
- Prince A. (1995): Slow silent spread of viral virus continues. *Arable Farming*, 13th June: 66–68.
- Proeseler G., Habekuss A., Kastirr U., Graner A., Hammer K. (1998): Evaluation of winter barley for resistance to barley mosaic virus complex – experiences of 15 years. In: VIIIth Conf. on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Biologische Bundesanstalt für Forstwirtschaft Braunschweig, Goslar, May 25–28.
- Špunar J. (1997): Zpráva ze služební cesty do SRN vykonané ve dnech 30. 3.–10. 4. 1997. *ZVÚ Kroměříž*. 10 s.
- Špunar J., Baumer M. (1998): Strategy of variety testing and breeding on resistance to BaYMV in not infected country – Czech Republic. In: VIIIth Conf. on Virus Diseases of Gramineae in Europe. Biologische Bundesanstalt für Forstwirtschaft Braunschweig, Goslar, May 25–28.
- Tann M. (1997): Gefahr durch Gelbmosaikvirus immer bedrohlicher. *Getreide Magazin*, 3 174–177.

Došlo dne 12. 5. 1999

Kontaktní adresa:

Ing. Jaroslav Špunar, CSc., Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s. r. o., Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž, Česká republika, tel.: 0634/31 71 93, fax: 0634/227 25, e-mail: spunar@vukrom.cz

NOVÉ ODRŮDY – NEW VARIETIES

Brambor Kordoba

Registrována: Česká republika, 1999

Šlechtitelská práva: Sativa Keřkov, a. s., Havlíčkův Brod, Česká republika

Šlechtitel a udržovatel: Sativa Keřkov, Šlechtitelská stanice Keřkov

Rodokmen: mateřský komponent: Klon KE 79/155

otcovský komponent: Klon LP 53

Pracovní označení křížence ve šlechtitelském procesu: KE 115/94.

Metoda šlechtění: Křížení bylo provedeno v roce 1986. Výběr rodičů byl zaměřen na získání rané odrůdy, vhodné pro přímý konzum.

Semenáče – výsadba ve skleníku v roce 1987. Od této kombinace bylo vypěstováno 2898 jedinců.

Ramšová generace – hodnocena v roce 1988–1989 v polních podmínkách. Během sklizně se vylučovaly rostliny vizuálně neodpovídající šlechtitelskému cíli.

Klonová generace – v první klonové generaci bylo individuálně vysázeno 102 klonů. V provokačních zkouškách byla hodnocena v této generaci a dvou následných generacích odolnost k rakovině brambor a k hádátku bramborovému. Ve 3. a 4. klonové generaci byl křížencem zařazen do staničních pokusů, v 5. a 7. generaci do předzkoušek. Ve staničních pokusech a předzkouškách byly podrobně hodnoceny další užitkové vlastnosti – výnos, odolnost k virovým a houbovým chorobám na nati i na hlízách a především vlastnosti kvalitativní určující kvalitu pro přímý konzum.

V roce 1999 po tříletých státních registračních zkouškách byla odrůda zapsána do sortimentu registrovaných odrůd pod jménem Kordoba.

Udržovací šlechtění bylo zahájeno v roce 1996 – tradičním klonovým způsobem spojeným s posklizňovým hodnocením klonů na zdravotní stav Elisa-testem. Od roku 1998 bylo rozšířeno o meristémové udržování.

Odolnost k chorobám: Je odolná k rakovině brambor (*Synchytrium endobioticum*) biotypu D1 a je náchylná k hádátku bramborovému (*Globodera rostochiensis*). Má střední až vyšší odolnost k strupovitosti hlíz (*Streptomyces scabies*). V nati má střední odolnost k plísni bramborové (*Phytophthora infestans*) a k černání stonků (*Erwinia carotovora*). Je středně odolná k mozaikovým virům (PVX, PVY, PVA) a svinutce bramborové (PLRV).

Konzumní jakost: Odrůda vykazuje ve průměru 14,2% škrobnatost, je vhodná pro přímý konzum v letním a zimním období a také pro skladování. Je varného typu B, po uvaření netmavne. Má velmi dobré chuťové vlastnosti, tj. chuť, vlhkost a strukturu.

Výnos hlíz: Kordoba dává průměrné výnosy hlíz s velmi dobrým tržním podílem. Podle registračních zkoušek dosáhla v pokusech ÚKZÚZ v průměru let 1996–1998 výnosu 99,2 % (49,98 t/ha) ve srovnání s kontrolními odrůdami, proti nimž má kratší vegetační dobu.

Ostatní vlastnosti: Hlíza je kulovito-oválná, očka jsou mělká, dužnina žlutá. Typ trsu je listový, polovzpřímený, list je větší, tmavě zelený. Květní korunka je bílá, četnost kvetení je střední. Má střední četnost nasazování bobulí. Délkou vegetační doby patří do skupiny raných odrůd.

Kordoba Potato

Registered: Czech Republic, 1999

Breeders rights: Sativa Keřkov, a.s., Havlíčkův Brod, Czech Republic

Breeder and maintainer: Sativa Keřkov, Keřkov Breeding Station

Pedigree: maternal component: KE 79/155

paternal component: LP 53

Breed and proved under designation: KE 115/94

Breeding method: Crossing in 1986. Selection of parental components was aimed for production of an early variety for direct consumption.

Seedlings – planted in a greenhouse in 1987. A total of 2 898 plants were produced from this combination.

Bulk samples – evaluated in field conditions in 1988–1989. The types visually not consistent with the breeding aim were excluded during harvest.

Clonal generations – 102 clones were planted in the first clonal generation. Resistance to potato wart (*Synchytrium endobioticum*) and potato root eelworm (*Globodera rostochiensis*) was assessed in provocation tests in this generation and in the two successive generations. The cross was included in to station trials in the 3rd and 4th clonal generation, and to interstational tests in the 5th and 7th generation. Other commercial traits were evaluated in detail in the yield, resistance to viral and fungal diseases of leaves and tubers, and first of all qualitative traits determining the quality of direct consumption.

The cross was registered by state after three-year certification tests in 1999 under the name Kordoba.

Maintenance breeding started in 1996 – through traditional clone breeding involving post-harvest evaluation of clones for their resistance to viruses by means of Elisa. Meristem maintenance was introduced in 1998.

Resistance to diseases: Resistant to potato wart (*Synchytrium endobioticum*) of biotype D1, susceptible to potato root eelworm (*Globodera rostochiensis*). It shows intermediate or higher resistance to potato scab (*Streptomyces scabies*). The leaves show intermediate resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) of potato and to black leg (*Erwinia carotovora*). Its resistance to mosaic viruses (PVX, PVY, PVA) and potato leafroll (PLRV) is at an intermediate level.

Table quality: Its average starch content was 14.2%. Kordoba variety is good for direct consumption in summer and winter seasons. It is suitable for storage and belongs to cooking type B. Its pulp does not turn black after cooking. It has very good taste qualities (taste, moisture, texture).

Tuber yield: Kordoba had average tuber yields with a very marketable proportion. Its average yields were 99.2% (49,98 t/ha) in 1996–1999 in comparison with standard varieties, according to the results of registration tests carried out by the Agricultural Supervising and Testing Institute, while its growing season is shorter.

Other characteristics: The tuber is spherically oval in shape, with shallow duds, yellow pulp. Hill type is leafy, semi-erect, leaves are larger in size, dark green in color. The corolla is white, blossom number is intermediate. It has an intermediate frequency of berry setting. It is an early variety by its growing season.

Ing. Josef Konrád, CSc.
Sativa Keřkov, a. s., Šlechtitelská stanice Keřkov
582 22 Přibyslav

Oves setý Neklan

Registrován: Česká republika, 1998; Německo a země EU, 1999

Šlechtitelská práva: SELGEN a. s., Praha, Česká republika

Šlechtitel a udržovatel: SELGEN a. s., Šlechtitelská stanice Krukanice

Rodokmen: (FLÄMINGSNOVA x PAN) x AURON

Metoda šlechtění – rodokmenová: Křížení bylo provedeno v roce 1986, kdy na pokročilou linii (Flämingsnova x KR-396) byl přikřížen výnosný kmen KR-85-43. Linie KR 396 byla později registrována jako odrůda PAN a KR 85-43 jako odrůda AURON. V F₅ generaci byl proveden výběr lat a od F₇ byly zahájeny zkoušky výkonu. Pod označením SG-K 92805 bylo novošlechtění zkoušeno v registračních zkouškách České republiky v letech 1994–1996, v Německu 1996–1998. Tento oves byl registrován pro pěstování v České republice v roce 1998, v generaci F₁₂, v Německu o rok později.

Odolnost k chorobám: Polní odolnost k běžným chorobám ovesa je na úrovni ostatních povolených odrůd.

Jakost: Žluté zrno odrůdy Neklan má střední až vyšší HTS (35 g), vyšší hektolitrovou hmotnost (52,5 kg/hl) a nižší podíl pluch (24,1 %).

Výnos zrna: Výnos zrna je srovnatelný s výnosnou odrůdou Auron, výnos ovesné rýže je však díky nižšímu podílu pluch vyšší.

Ostatní vlastnosti: Poloraná odrůda s kratším stéblem (96 cm) a dobrou odolností k poléhání (6,5).

Spring oat Neklan

Registered: Czech Republic, 1998; Germany and EU, 1999

Breeders rights: SELGEN, a.s. Prague, Czech Republic

Breeder and maintainer: SELGEN, a.s., Plant Breeding Station Krukanice

Pedigree: (FLÄMINGSNOVA x PAN) x AURON

Breeding method – pedigree: Last crossing was done in 1986. An advanced line (Flämingsnova x KR-396) was crossed with high yielding line KR-85-43. In F₅ generation was done selection on single panicle basis. Yield trials have been started since F₇. The developed line SG-K 92805 was tested in Official Trials in Czech Republic 1994–1996, and in Germany in 1996–1998. The variety has been registered in the Czech Republic as Neklan in F₁₂ generation in 1998.

Disease resistance: Field resistance to diseases is on the level of other registered varieties.

Grain quality: Yellow grain has middle TKW (35 g), higher specific weight (52.5 kg/hl) and higher kernel content (25.1% of husks).

Grain yield: Yield of grain is comparable with the high yielding variety Auron with better kernel content.

Other characteristics: Middle early in the ripening, shorter length of straw (96 cm) and relatively good lodging resistance.

Ing. Jaroslav Červenka, Ing. Vlastimil Chour

SELGEN, a. s., Šlechtitelská stanice Krukanice, 330 36 Pernarec

Ing. Jaroslav Červenka, Ing. Vlastimil Chour
SELGEN, a. s., Šlechtitelská stanice Krukanice, 330 36 Pernarec

Oves nahý Izák

Registrován: Česká republika, 1998

Šlechtitelská práva: SELGEN a. s., Praha, Česká republika

Šlechtitel a udržovatel: SELGEN a. s., Šlechtitelská stanice Krukanice

Rodokmen: (ADAM x VELES) x AURON

Metoda šlechtění – rodokmenová: Křížení bylo provedeno v roce 1988. K pokročilé linii KR-N-830 (později Adam) x KR-356 (později Veles) bylo přikříženo další novošlechtění KR-85-43, které bylo později registrováno jako odrůda Auron. Latové výběry byly započaty v F₃ generaci a zkoušky výkonu byly zahájeny již v generaci F₅. SG-K 4360 byl zkoušen v registračních zkouškách České republiky v letech 1996–1997. Po dvouletém zkoušení byl povolen pro pěstování v České republice v roce 1998 (generace F₁₁).

Odolnost k chorobám: Úroveň polní odolnosti k houbovým chorobám je srovnatelná s odrůdou Abel.

Jakost: Středně velké zrno (26,6 g) s vysokou hektolitrovou hmotností a nízkým podílem pluchatých zrn.

Výnos zrna: Pro vysoký výnos zrna (106 %) byl povolen již po druhém roce zkoušení.

Ostatní vlastnosti: Oproti odrůdě Abel se vyznačuje kratším stéblem (113 cm) a ranějším zráním. Má lepší odolnost k poléhání.

Naked oat Izak

Registered: Czech Republic, 1998

Breeders rights: SELGEN, a.s. Prague, Czech Republic

Breeder and maintainer: SELGEN, a.s., Plant Breeding Station Krukanice

Pedigree: (ADAM x VELES) x AURON

Breeding method – pedigree: Year of the last crossing 1988. Selection of single panicle progenies was started in F₃ generation. Yield trials were performed since F₅ generation. The line SG-K 4360 was tested in Official Trials in the years 1996–1997. The variety has been registered after two years in 1998 (F₁₁ generation).

Disease resistance: Field resistance to diseases is on the level of variety Abel.

Grain quality: Grain has medium size (TKW 26.6 g), high specific weight and low content of husked grains.

Grain yield: High yield of grain (106%) was the reason for registration already after two years of official testing.

Other characteristics: It has shorter straw (113 cm), earliness in ripening and better lodging resistance compared to the variety Abel.

Ing. Jaroslav Červenka, Ing. Vlastimil Chour
SELGEN, a. s., Šlechtitelská stanice Krukanice, 330 36 Pernarec

Pšenice ozimá Vlasta

Registrována: Česká republika, 1999

Šlechtitelská práva: SELGEN, a. s., Česká republika

Šlechtitel: Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně
a SELGEN, a. s., Šlechtitelská stanice Ůhřetice

Udržovatel: SELGEN, a. s., Šlechtitelská stanice Ůhřetice

Rodokmen: Brimstone/Š13 (linie s rezistencí k padlí travnímu odvozenou z *Triticum monococcum*)/Hana

Metoda šlechtění: Odrůda byla získána v rámci programu vzdálené hybridizace zaměřeného na přenos odolnosti k padlí travnímu a ke rzi pšeničné z *Triticum monococcum* do pšenice obecné (*Triticum aestivum*). Získaný rezistentní hexaploidní materiál byl křížen s anglickou odrůdou Brimstone, nesoucí gen zakrslosti *Rht2*, a s českou pekařsky jakostní, ranou odrůdou Hana. Vybíraly se rostliny nesoucí gen *Rht2*, projevující se necitlivostí na aplikovaný giberelin (Genet. a Šlecht., 33, 1997: 99–106). Metoda šlechtění byla rodokmenová – běžný postup. Vybrané linie byly opakovaně zkoušeny od generace F₅ na necitlivost na aplikovaný giberelin. Zkoušení ve Státních odrůdových pokusech probíhalo v letech 1996–1998 pod označením RU 488 (povolení v generaci F₁₁).

Odolnost k chorobám: Oproti kontrolním odrůdám má Vlasta vysokou odolnost k padlí travnímu a střední odolnost ke rzi pšeničné, fuzariózá, braničnatce plevové v klasu a k braničnatkám na lístech.

Jakost zrna: Chlebová pšenice B, vykazující vyšší hodnoty sedimentačního testu (60–70 ml – SDS test), číslo poklesu kolem 280, vyšší objemovou hmotnost (79,0 kg/hl) a vysokou hmotnost tisíce semen (45–50 g). Odolnost k porůstání je dobrá.

Výnos zrna: V registračních zkouškách ÚKZÚZ v letech 1996–1998 činil průměrný výnos zrna v řepařské výrobní oblasti 109,3 % na průměr kontrolních odrůd, v obilnářské výrobní oblasti 109,0 % a v bramborařské výrobní oblasti 112 %. Polní pokusy na stanovištích Ruzyně a Humpolec v letech 1997 a 1998 a s osmi variantami ošetření v průběhu vegetace rovněž prokázaly vysokou výnosovou schopnost této odrůdy a efektivní reakci na přihnojení dusíkem v různém prostředí (VÚRV Praha-Ruzyně, Ann. Rep., 1998: 57–58).

Ostatní vlastnosti: Je to polopozdní odrůda se zkráceným stéblem (je zabudován gen zakrslosti *Rht2*), se střední odolností k poléhání a dobrou zimovzdorností. Klas je osinatý, bílý, Jehlancovitý, středně hustý. Zrno je velké, červené barvy.

Winter wheat Vlasta

Registered: Czech Republic, 1999

Breeders rights: SELGEN, a.s., Czech Republic

Breeder: Research Institute of Crop Production, Prague-Ruzyně
and SELGEN, a.s., Plant Breeding Station Úhřetice

Maintainer: SELGEN, a.s., Plant Breeding Station Úhřetice

Pedigree: Brimstone/Š13 (the line with a powdery mildew resistance gene from *Triticum monococcum*)/Hana

Breeding method: The variety Vlasta is a product of the programme, whose aim was to transfer resistance to powdery mildew and leaf rust from *Triticum monococcum* to bread wheat (*Triticum aestivum*). The obtained hexaploid material, resistant to powdery mildew, was crossed with the English variety Brimstone (*Rht2* gene) and with the Czech variety Hana, in order to improve grain quality besides yield characters. Selection for plants showing insensitivity to applied gibberellic acid was performed with aim to introduce dwarfing gene *Rht2* (from the parental variety Brimstone), with positive effect on grain number per spike (Genet. a Šlecht., 33, 1997: 99–106). Afterwards the standard pedigree selection for important characters was applied. Reselection of GA insensitive lines started in F₅. Selected line, denominated as RU 488, was tested in official trials from 1996 to 1998 and then registered as variety Vlasta in 1999 (generation F₁₁).

Resistance to diseases: In comparison with the check varieties, Vlasta has excellent resistance to powdery mildew and medium resistance to leaf and yellow rust, fusarium head blight, *Septoria nodorum* in spike and to *Septoria* diseases on leaves.

Grain quality: It is a bread wheat of quality B, showing SDS sedimentation volumes ranging from 60 to 70 ml and falling number about 280 s. It has a high grain volume weight (79.0 kg/hl) and a high thousand grain weight (45–50 g). Its sprouting resistance is also good.

Grain yield: In three year official trials this variety outyielded standards in potato, sugar beet and cereal growing regions by 12.0, 9.3 and 9.0 %, respectively. Field trials at two locations (Ruzyně, Humpolec) for two years (1997 and 1998) and with eight variants of treatment during vegetation (growth regulator and fungicide application and additional N nutrition) also documented a high yielding ability of the variety Vlasta and effective response to N nutrition in different environments (RICP Prague-Ruzyně, Ann. Report, 1998: 57–58).

Other characters: It is a medium late variety, with medium length of straw (*Rht2* gene), medium resistance to lodging and good frost resistance. The spike is white, with short scurs and of medium density and tapered shape. Grain weight is exceptionally high in comparison with other varieties that carry GA insensitive *Rht* genes (Czech J. Genet. Plant Breed., 34, 1998: 81–85).

Ing. Václav Šíp, CSc., Miroslav Škorpík, Ing. Ladislav Kučera, CSc.
Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha-Ruzyně
Tel.: +420 2/33 02 23 65, Fax: +420 2/33 02 22 86

Ing. Ludmila Bobková, CSc., Ing. Pavel Amler
SELGEN, a.s., Šlechtitelská stanice Úhřetice, 538 32 Úhřetice
Tel.: +420 455/69 29 13, Fax: +420 455/69 29 39

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nesmí přesáhnout 15 strojopisných stran včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými věťami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstrakt) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována, a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostatcích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSC, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

Rukopis nebude redakcí přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout: quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript. A PC diskette should be provided with the paper and graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The title of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the subject and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise basic numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The section **References** should preferably contain reviewed periodicals. The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telephone and fax number or e-mail.

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

CONTENTS

Košner J., Pánková K.: Impact of homoeologous group 5 chromosomes with different <i>vrn</i> loci on leaf size and tillering (in English).....	65
Chalyk S., Chebotar O.: Utilizing maternal haploids to identify major genes controlling plant height in maize (in English).....	73
Holý J., Chloupek O.: Influence of inbreeding and heterosis on some indices of dinitrogen fixation in lucerne (<i>Medicago sativa</i> L.) (in Czech).....	79
Špunar J., Oborný J., Špunarová M., Vaculová K.: Resistance of registered varieties and advanced breeding lines of winter barley from the Czech Republic to the barley yellow mosaic virus complex (in Czech).....	83
NEW VARIETIES	
Konrád J.: Kordoba Potato.....	89
Červenka J., Chour V.: Spring oat Neklan.....	90
Červenka J., Chour V.: Naked oat Izak.....	91
Šíp V., Škorpík M., Kučera L., Bobková L., Amler P.: Winter wheat Vlasta.....	92

OBSAH

Košner J., Pánková K.: Vliv chromozomů páte homoeologické skupiny s rozdílnými lokusy <i>vrn</i> na velikost listů a odnožování.....	65
Chalyk S., Chebotar O.: Využití mateřských haploidů pro identifikaci major genů kontrolujících výšku rostliny u kukuřice.....	73
Holý J., Chloupek O.: Vliv inzuchtů a heteroze na některé ukazatele symbiotické fixace N ₂ u vojtěšky (<i>Medicago sativa</i> L.).....	79
Špunar J., Oborný J., Špunarová M., Vaculová K.: Odolnost registrovaných odrůd a novošlechtění ozimého ječmene z České republiky ke komplexu žluté mozaiky ječmene.....	83
NOVÉ ODRŮDY	
Konrád J.: Brambor Kordoba.....	89
Červenka J., Chour V.: Oves setý Neklan.....	90
Červenka J., Chour V.: Oves nahý Izak.....	91
Šíp V., Škorpík M., Kučera L., Bobková L., Amler P.: Pšenice ozimá Vlasta.....	91
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA	
Černý J.: Osivo a sadba – IV. odborný a vědecký seminář.....	78