

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH  
INFORMACÍ

# GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ

## GENETICS AND PLANT BREEDING

2

ROČNÍK 32 (LXIX)  
RAHA 1996  
ISSN 0862-8629

ČESKÁ 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. Anton Kováčik, DrSc., Ing. Josef Pešek, DrSc.,  
prof. dr. Ing. Jan Rod, DrSc., doc. Ing. Erich Schwarzbach, CSc.,  
Ing. Jaroslav Špunar, CSc., Ing. Jaroslav Tupý, DrSc.

### **Foreign Members of the Editorial Board – Zahraniční členové redakční rady**

Assoc. Prof. RNDr. Milan Bežo (Slovak Republic),  
Dr. I. Bos (The Netherlands), Prof. Dr. V. A. Dragavcev (Russia),  
Prof. Dr. Z. Staszewski (Poland), RNDr. Dana Šubová (Slovak Republic),  
Dr. Martin Užík, DrSc. (Slovak Republic)

### **Editors – Redaktorky**

RNDr. Marcela Braunová, Ing. Hedvika Maliková

**Aim and scope:** The journal publishes original scientific papers, short communications, and reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing knowledge in the given field. Published papers are in Czech, Slovak or English.

**Subscription information:** Subscription orders can be entered only by calendar year and should be sent to the contact address.

Subscription price for 1996 is 178 Kč, 44 USD (Europe) and 46 USD (overseas)

**Periodicity:** The journal is published four times a year.

**Contact address:** Slezská 7, 120 56 Praha, Czech Republic

tel.: 0402 / 251 098; Fax: 0402 / 257 090; e-mail: braun@uzpi.agrec.cz

## SHORT COMMUNICATION

### RESPONSE OF CZECH AND SLOVAK WHEAT VARIETIES TO *Fusarium culmorum* LEADING TO TRICHOTHECENES CONTENT IN GRAIN

Juliusz PERKOWSKI, Iwona LASOCKA, Eva STUCHLÍKOVÁ<sup>1</sup>, Václav ŠÍP<sup>1</sup>,  
Piotr GOLINSKI, Pavel BARTOŠ<sup>1</sup>

Department of Chemistry, Agricultural University of Poznań, Poznań, Poland;

<sup>1</sup>Research Institute of Crop Production, Prague, Czech Republic

*Fusarium* toxins in cereal grains, as a consequence of *Fusarium* head blight, are harmful to human and animal health. It seems that there is resistance against toxin formation, as indicated first by Snijders and Perkowski (1990). However, more work is needed to clarify this possibility (Mesterházy, Bartók, 1993). The aim of this paper was to determine the resistance of Czech and Slovak winter wheat varieties after inoculation with a strongly pathogenic isolate of *F. culmorum* (W.G.Smith) and subsequent contamination of kernels with trichothecenes.

### MATERIAL AND METHODS

Twelve wheat varieties (Agra, Danubia, Ilona, Iris, Livia, Senta, Simona, Sparta, Vega, Viginta, Vlada and Zdar) were inoculated under field conditions (Prague-Ruzyň) with a strongly pathogenic isolate (# 7710) of *F. culmorum*. A conidial suspension ( $0.8 \times 10^7$  spores/ml) was sprayed on 2 x 10 heads at anthesis. After inoculation the heads were covered with plastic bags for 24 hours. On the 14th, 22nd and 30th day after inoculation the percentage of bleached spikes (PBS) was assessed and ADPC (area under the disease progress curve) values were calculated (Shaner, Finney, 1977). Visual evaluation of symptoms (VS) was made on a 0-4 scale (0 - without symptoms) according to Mesterházy (1987). Evaluation of tolerance to infection was in the trials with two replications based on comparisons of the performance of yield characters in the infected (I) and noninfected control (C) variant [percent reduction -  $R = 100 - (I/C) \cdot 100$ ]. The results of tests in 1993 corresponded best to average values from three years (Stuchlíková, Šíp, 1996), and thus the seed for examination of toxin contamination was taken from 1993 trials. Contamination of wheat kernels with deoxynivalenol (DON) and 3-acetyldeoxynivalenol (3-AcDON) was analysed according to the method described by Perkowski et al. (1995). The potential for trichothecene production by

*F. culmorum* isolate 7710 was determined and the yield in biosynthesis of DON, 3-AcDON, 15-AcDON and zearalenone *in vitro* cultures of wheat (40% water content) after three weeks incubation was analyzed.

## RESULTS AND DISCUSSION

The results obtained in 1993 are shown in Table I. According to the scoring of symptoms on the 30th day after inoculation there were significant differences in the reaction of varieties (Stuchlíková, Šíp, 1996). The scores ranged from 1.4 (Senta) to 3.8 (Livia). ADPC values were in highly significant correlation with symptom scoring ( $r = 0.96^{++}$ ; Table II). Most susceptible to Fusarium head blight were the varieties Livia, Iris and Danubia (ADPC > 800), while Senta and Zdar (ADPC < 200) were most resistant. Reduction of grain weight per spike, as a measure of tolerance, was correlated significantly with symptom scoring (VS) based on percentage of infected spikes ( $r = 0.80^{++}$ ). From the components of grain weight per spike, the only reduction of thousand kernel weight was correlated with disease severity ( $r = 0.96^{++}$ ). Correlation between the reduction of number of kernels per spike and VS was insignificant ( $r = 0.33$ ). Average reductions of thousand kernel weight, kernel weight per spike and number of kernels per spike were 53.2% (71.3% Livia + 38.8% Zdar), 60.4% (83.2% Livia + 34.3% Vlada) and 19.0% (41.6% Livia + 4.3% Sparta), respectively.

The chemical analysis of kernels of the tested wheat varieties inoculated with *F. culmorum* revealed the presence of DON in all samples at an average concentration of 51.94 mg/kg. A similar concentration of DON was reported by Wang and Miller (1988) and by Snijders and Krechting (1992). The concentration of 3-AcDON was much lower (average 5.09 mg/kg), but its level was correlated significantly with the concentration of DON ( $r = 0.89^{++}$ ; Table II). The level of contamination was variety dependent, being highest in the variety Danubia that is susceptible to Fusarium head blight. In this variety the determined concentrations of 200.6 mg/kg DON and 46.7 mg/kg 3-AcDON were 4 and 9 fold, respectively, higher than the average level of contamination in other varieties. The lowest levels of DON and 3-AcDON (mg/kg) were found in the varieties Viginta (7.3; 0.2) and Ilona (10.9; 0.6) (Table I). In uninoculated control samples only DON was analysed (average level: 0.76 mg/kg). In *in vitro* cultures ( $n = 2$ ) DON and 3-AcDON were formed at levels of 14.9 and 27.1 mg/kg, respectively.

The results show that resistance to infection does not need to be related to DON (3-AcDON) production (Table II). A lower DON content may be expected in more tolerant varieties with a lower reduction of grain weight per spike ( $r = 0.50^{+}$ ) and in slow diseasing varieties. The correlation coefficient between PBS1 (percentage of bleached spikes on the 14th day after infection) and DON content was  $0.58^{+}$ .



I. Average values of characters for the wheat varieties inoculated in 1993 with *Fusarium culmorum*

| Variety | VS  | TGW-R | GNS-R | GWS-R | ADPC | PBS 1 | PBS 2 | PBS 3 | DON    | 3-AcDON |
|---------|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|---------|
| Agra    | 2.4 | 50.1  | 8.0   | 54.0  | 655  | 12.5  | 37.5  | 57.5  | 46.58  | 0.46    |
| Danubia | 3.6 | 67.0  | 19.7  | 73.2  | 838  | 30.0  | 71.25 | 90.0  | 200.58 | 46.73   |
| Ilona   | 2.8 | 50.0  | 6.6   | 48.2  | 548  | 5.3   | 32.5  | 67.5  | 10.88  | 0.56    |
| Iris    | 3.7 | 68.6  | 5.9   | 70.0  | 945  | 22.5  | 75.0  | 92.5  | 35.48  | 2.37    |
| Livia   | 3.8 | 71.3  | 41.6  | 83.2  | 980  | 26.3  | 72.5  | 95.0  | 19.41  | 0.30    |
| Senta   | 1.4 | 40.4  | 17.7  | 50.8  | 243  | 1.5   | 15.0  | 32.5  | 27.54  | 0.90    |
| Simona  | 2.6 | 57.9  | 27.7  | 69.3  | 550  | 7.5   | 50.0  | 57.5  | 91.77  | 3.66    |
| Sparta  | 2.1 | 42.3  | 4.3   | 44.8  | 393  | 11.25 | 31.25 | 50.0  | 19.57  | 0.49    |
| Vega    | 3.1 | 58.8  | 48.5  | 78.9  | 798  | 35.0  | 43.75 | 76.5  | 97.29  | 3.81    |
| Viginta | 2.4 | 50.2  | 14.4  | 56.2  | 372  | 5.75  | 30.0  | 60.0  | 7.28   | 0.23    |
| Vlada   | 1.8 | 44.3  | 5.4   | 34.3  | 313  | 1.5   | 17.5  | 42.5  | 19.66  | 0.48    |
| Zdar    | 1.8 | 38.8  | 26.5  | 54.8  | 274  | 1.0   | 20.0  | 42.5  | 37.61  | 1.13    |

VS = Visual symptom score (0–4; 0 – without symptoms)

TGW-R = Percent reduction of thousand grain weight

GNS-R = Percent reduction of grain number per spike

GWS-R = Percent reduction of grain weight per spike

ADPC = Area under the disease progress curve

PBS 1 = Percentage of bleached spikes on the 14th day after infection

PBS 2 = Percentage of bleached spikes on the 22nd day after infection

PBS 3 = Percentage of bleached spikes on the 30th day after infection

DON = Content of deoxynivalenol (mg/kg)

3-AcDON = Content of 3-acetyldeoxynivalenol (mg/kg)

II. Correlation coefficients between the examined characters\* ( $n = 12$ )

|          | VS                 | TGW-R              | GNS-R              | GWS-R              | ADPC               | PBS 1              | PBS 2              | PBS 3 | DON                |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|
| TGW-R    | 0,96 <sup>++</sup> | 1                  |                    |                    |                    |                    |                    |       |                    |
| GNS-R    | 0,33               | 0,38               | 1                  |                    |                    |                    |                    |       |                    |
| GWS-R    | 0,80 <sup>++</sup> | 0,84 <sup>++</sup> | 0,75 <sup>++</sup> | 1                  |                    |                    |                    |       |                    |
| ADPC     | 0,96 <sup>++</sup> | 0,95 <sup>++</sup> | 0,37               | 0,81 <sup>++</sup> | 1                  |                    |                    |       |                    |
| PBS 1    | 0,83 <sup>++</sup> | 0,81 <sup>++</sup> | 0,53 <sup>+-</sup> | 0,81 <sup>++</sup> | 0,88 <sup>++</sup> | 1                  |                    |       |                    |
| PBS 2    | 0,95 <sup>++</sup> | 0,97 <sup>++</sup> | 0,28               | 0,81 <sup>++</sup> | 0,93 <sup>++</sup> | 0,79 <sup>++</sup> | 1                  |       |                    |
| PBS 3    | 1,00 <sup>++</sup> | 0,95 <sup>++</sup> | 0,32               | 0,79 <sup>++</sup> | 0,95 <sup>++</sup> | 0,84 <sup>++</sup> | 0,94 <sup>++</sup> | 1     |                    |
| DON      | 0,41               | 0,45               | 0,32               | 0,50 <sup>+-</sup> | 0,41               | 0,58 <sup>+</sup>  | 0,48               | 0,39  | 1                  |
| 3-Ac-DON | 0,41               | 0,41               | 0,07               | 0,33               | 0,34               | 0,47               | 0,46               | 0,42  | 0,89 <sup>++</sup> |

\*Codes for the characters are given in Table I

<sup>+-</sup>  $P < 0.1$ ; <sup>+</sup>  $P < 0.05$ ; <sup>++</sup>  $P < 0.01$ 

Other correlations between trichothecenes content and the examined indicators of resistance or tolerance were not significant. Similarly, Mesterházy and Bartók (1993) found a closer relationship between yield reduction and DON content than between visual symptoms and DON content. The closest relationship was that between grain infection and DON. According to these authors the DON content does not necessarily have to follow the level of resistance of wheat and pathogenicity of *Fusarium* species. Each combination of variety and isolate requires special consideration. Further studies on the mechanism of plant resistance to infection with *Fusarium* are needed.

## References

- MESTERHÁZY, A.: Selection of head blight resistant wheat through improved seedling resistance. Pl. Breed., 98, 1987: 25-36.
- MESTERHÁZY, A. – BARTÓK, T.: Resistance and pathogenicity influencing toxin (DON) contamination of wheat varieties following *Fusarium* infection. Hod. Rośl. Aklim. Nasien. (Spec. Ed.), 37, 1993: 9-15.
- PERKOWSKI, J. – KIECANA, I. – CHELKOWSKI, J.: Susceptibility of barley cultivars and lines to *Fusarium* infection and mycotoxins accumulation in kernels. J. Phytopath., 143, 1995: 547-551.

SHANER, G. – FINNEY, R. E.: The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, 67, 1977: 1051–1056.

SNIJDERS, C. H. A. – PERKOWSKI, J.: Effects of head blight caused by *Fusarium culmorum* on toxin content and weight of wheat kernels. *Phytopathology*, 80, 1990: 566–570.

SNIJDERS, C. H. A. – KRECHTING, C. F.: Inhibition of deoxynivalenol translocation and fungal colonization in *Fusarium* head blight resistant wheat. *Can. J. Bot.*, 70, 1992: 1570–1576.

STUCHLÍKOVÁ, E. – ŠÍP, V.: Resistance of Czech and Slovak winter wheat varieties to *Fusarium* head blight. *Genet. a Šlecht.*, 32, 1996: 79–94.

WANG, Y. Z. – MILLER, J. D.: Effects of *Fusarium graminearum* metabolites on wheat tissue in relation to *Fusarium* head blight resistance. *J. Phytopath.*, 122, 1988: 118–125.

Received April 3, 1996

### Vliv infekce houbou *Fusarium culmorum* na obsah trichothecenů v zrně u českých a slovenských odrůd pšenice

U 12 českých a slovenských odrůd ozimé pšenice jsme sledovali po infekci silně patogenním izolátem *Fusarium culmorum* # 7710 napadení odrůd a obsah mykotoxinů. Zkoušené odrůdy se lišily ve stupni rezistence, ve stupni redukce výnosových prvků po infekci a také obsahem mykotoxinů deoxynivalenolu (DON) a 3-acetyldeoxynivalenolu (3-AcDON) v zrně. Průměrný obsah DON byl 51,9 mg/kg. Podstatně nižší byla průměrná koncentrace 3-AcDON. Mezi obsahem DON a 3-AcDON byla zjištěna vysoce významná korelace ( $r = 0,89^{++}$ ). Nejvyšší obsah mykotoxinů byl zjištěn u odrůdy Danubia (200,6 mg/kg DON, 46,7 mg/kg 3-AcDON) a nejnižší u odrůd Viginta (7,3; 0,2) a Ilona (10,9; 0,6). Ze sledování vztahu mezi různými parametry rezistence a obsahem DON a 3-AcDON vyplývá, že stupeň napadení houbou *Fusarium culmorum* nemusí být spojen s vysokým obsahem mykotoxinů.

pšenice ozimá; *Fusarium culmorum*; rezistence odrůd; obsah trichothecenů

---

#### Contact address:

Ing. Eva Stuchlíková, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby,  
161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 42 2 360 851; fax: 42 2 365 228

# INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Slezská 7, 12056 Praha 2, Czech Republic

Fax: (0042 4) 257 090

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with summaries in English or in English with summaries in Czech or Slovak.

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

| Journal                                            | Number<br>of issues<br>per year | Yearly subscription<br>in USD |          |
|----------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------|
|                                                    |                                 | Europe                        | overseas |
| Rostlinná výroba (Plant Production)                | 12                              | 148,-                         | 154,-    |
| Živočišná výroba (Animal Production)               | 12                              | 148,-                         | 154,-    |
| Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)      | 12                              | 148,-                         | 154,-    |
| Lesnictví – Forestry                               | 12                              | 148,-                         | 154,-    |
| Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech) | 12                              | 115,-                         | 120,-    |
| Potravinářské vědy (Food Sciences)                 | 6                               | 66,-                          | 70,-     |
| Zemědělská technika (Agricultural Engineering)     | 4                               | 44,-                          | 46,-     |
| Ochrana rostlin (Plant Protection)                 | 4                               | 44,-                          | 46,-     |
| Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding) | 4                               | 44,-                          | 46,-     |
| Zahradnictví (Horticultural Science)               | 4                               | 44,-                          | 46,-     |

# **REZISTENCE ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH ODRŮ PŠENICE OZIMÉ K FUZARIÓZE KLASU**

## **Resistance of Czech and Slovak Winter Wheat Varieties to Fusarium Head Blight**

Eva STUHLÍKOVÁ, Václav ŠÍP

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

**Abstract:** Response to the infection of ears with *Fusarium culmorum* was studied in field trials with 18 Czech and Slovak winter wheat varieties for three years. Ears were inoculated with isolate 7710 at full flowering of middle spikelets. Visual symptoms were scored at a 0–4 scale (0 – without symptoms), estimating the percentage of bleached ears and intensity of symptoms in bunches of 2 x 10 ears. Tolerance to the infection with this fungus was evaluated on the basis of yield character performance in the infection (I) variant and in comparison with noninfected, control (K) variant. Analyses of variance showed significant differences between the varieties and years in all the examined traits (Table I). Relatively lower (insignificant in 4 out of 10 cases) were the interaction mean squares, which implies that relative resistance or tolerance of varieties varied to some extent from year to year but basic changes did not occur (Fig. 1 and 2). On average, pathogen-caused reduction of thousand grain weight, grain number per ear and grain weight per ear was 46.7%, 25.9% and 58%, respectively. Symptom scoring (SH) was in significant positive correlation with the reduction of thousand grain weight and grain weight per ear but with grain number per ear only in the year 1992 when the level of disease severity was high (Table II). No highly resistant varieties have been found among the tested wheats, however, the varieties Senta, Sparta, Branka and Sofia with SH ranging from 1.3 to 1.6 could be taken as moderately resistant to *F.culmorum*. These varieties differed significantly from the groups of moderately and highly susceptible varieties and showed relatively lower reduction of thousand grain weight and grain weight per ear after the infection (Tables III, IV and V). It was possible to include in the group of moderately resistant varieties also the variety Zdar with a lower ear density, in which a higher tolerance was evidently connected with slower disease development (Fig. 6). The most susceptible reaction to the infection (SH > 3) was exhibited by the very short varieties Iris and Livia, and on the basis of two year examination also Torysa, Danubia and Vega (Tables III, IV and V; Fig. 1–5). The recommendations

concerning breeding strategy and indicators of resistance are based on the results of our own and foreign experiments.

winter wheat; *Fusarium culmorum*; head blight; resistance of varieties; indicators of resistance

**Abstrakt:** Na základě polních infekčních pokusů ve třech ročnících (1992 až 1994) na stanovišti Praha-Ruzyně byla u 18 českých a slovenských odrůd pšenice ozimé posuzována jejich reakce na infekci klasu houbou *Fusarium culmorum*. Infekce byla prováděna ve fázi plného květu středních klásků izolátem 7710. Pro výsledné symptomatické hodnocení (SH) třicet dnů po infekci, které vycházelo z procenta napadení klasů a intenzity reakce, byla použita stupnice 0–4 (0 – bez symptomů). Tolerance odrůd k napadení tímto patogenem byla posuzována na základě projevu znaků hmotnost tisíce zrn, počet zrn na klas a hmotnost zrn na klas v infekční variantě a vzhledem k neinfikované kontrole. Analýzami rozptylu byly prokázány významné rozdíly v reakci odrůd i vlivy ročníku u všech sledovaných znaků. Relativně nižší byl podíl interakční složky rozptylu, což svědčí o tom, že reakce odrůd se v jednotlivých rocích zásadně nelišila. Průměrná redukce vlivem nákazy byla 46,7 % u hmotnosti tisíce zrn, 25,9 % u počtu zrn na klas a 58 % u hmotnosti zrn na klas. Symptomatické hodnocení bylo ve významné pozitivní korelaci s procentní redukcí hmotnosti tisíce zrn a hmotnosti zrn na klas; s redukcí počtu zrn na klas pouze v roce 1992 při silnějším nárůstu infekce. Vysoce rezistentní odrůdy nebyly ve sledovaném souboru nalezeny, ale jako mírně rezistentní bylo možné označit odrůdy Senta, Sparta, Branka a Sofia se stupněm napadení 1,3–1,6, které se významně odlišovaly od skupin mírně a silně náchylných odrůd. Tyto odrůdy vykazovaly relativně nižší procentní redukci hmotnosti tisíce zrn a hmotnosti zrn na klas. Do skupiny mírně rezistentních odrůd bylo možné navíc zařadit odrůdu Zdar s řidším kláskem, u níž vyšší tolerance zjevně souvisela se zpomalením průběhu nákazy (nejvýraznějším u odrůdy Senta). Vysoce náchylné (SH > 3) byly odrůdy Iris a Livia a na základě dvouletého sledování též Torysa, Danubia a Vega. Doporučení týkající se strategie šlechtitelského výběru na rezistenci a indikátorů rezistence vycházejí z vlastních a zahraničních poznatků.

pšenice ozimá; *Fusarium culmorum*; napadení klasu; rezistence odrůd; indikátory rezistence

Fuzariózy klasu nabývají v posledních letech na významu. Využívání moderních agrotechnických způsobů pěstování pšenice zřejmě podporuje šíření



fuzárií. Nejzřetelnější škody způsobují na klasech a kořenech. Napadené klásky jsou světlejší, po určité době pokryté tělovorůžovým povlakem mycelia a konidií houby. Napadená zrna mohou zaschnout, klesá jejich hmotnost, klíčivost a především kvalita. V důsledku hromadění mykotoxinů působí kvalitativní změny v zrnech toxikologické problémy u lidí a zvířat. Přímé ztráty na výnosech v letech epidemií se mohou pohybovat mezi 10 až 25 % (Török, 1989) i více (Miedaner, Walther, 1987). Naše povolené odrůdy ozimé pšenice požadovanou odolnost k fuzariózám většinou nemají, a proto šlechtění na odolnost by mělo být součástí šlechtitelského programu (Stuchlíková, Kováčiková, 1993).

Při analýze přirozených infekcí u pšenice identifikoval Mesterházy (1984) přítomnost 17 druhů rodu *Fusarium*. Nejčastěji se vyskytovaly dva druhy: *F. graminearum* a *F. culmorum*.

Závažné je zjištění (Mesterházy, 1988), že reakce odrůd na infekci izoláty těchto dvou druhů byla obdobná.

Cílem předložené práce je charakteristika vybraných současných českých a slovenských odrůd ozimé pšenice z hlediska odolnosti k napadení houbou *Fusarium culmorum* a posouzení různých indikátorů rezistence.

## MATERÁL A METODY

Rezistence k napadení houbou *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) Sacc. byla zjišťována u 18 českých a slovenských odrůd pšenice ozimé. Osivo poskytl ÚKZÚZ. Hodnocení probíhalo v polních infekčních pokusech v letech 1992, 1993 a 1994 (13 odrůd hodnoceno tři roky, 5 odrůd dva roky) v Praze-Ruzyni. Osivo bylo vyséváno na třířádkové parcelky 1 m dlouhé ve sponu 20 x 3 cm. Jak infekční (I), tak kontrolní, neinfikovaná (K) varianta měla dvě opakování.

Pro umělé infekce bylo použito inokulum *Fusarium culmorum*, připravené na sterilizovaných obilkách při teplotě 20 °C. Izolát 7710 byl získán ze ŠS Solary. Obilky byly infikovány myceliem rozrostlé houby na agarových plotnách se speciální živnou půdou. Substrát byl porostlý myceliem za dva až čtyři týdny. Pro polní infekce byla připravována inokulační suspenze uvolněním, smýváním konidií ze zrna do vody. Postřik vodní suspenzí konidií v koncentraci  $0,8 \times 10^7$ /ml na 10 kvetoucích klasů ve fázi plného květu středních klásků byl prováděn ručním postřikovačem. Po infekci byly klasy

24 hodin zakryty igelitovými sáčky. Napadení klasů bylo hodnoceno průběžně od objevení příznaků nákazy v týdenních intervalech. Výsledné symptomatické hodnocení reakce (SH) prováděné 30. den po inokulaci (třetí hodnocení) vycházelo z procenta napadení klasů a intenzity symptomatické reakce. Byla použita stupnice, kterou navrhl Mesterházy (1987): 0 – rezistentní (R), 4 – náchylná (S).

Po sklizni bylo srovnáváno deset klasů z infikovaných kytic s deseti klasy z kontrolní varianty v každém opakování. Byly sledovány tyto výnosové znaky: počet zrn na klas (PZK), hmotnost tisíce zrn (HTZ) a hmotnost zrn na klas (HZK). U každého znaku byly též vypočteny procentní redukce vzhledem k neinfikované kontrole:  $100 - (I/K) \cdot 100$  (R). Jak v infekční, tak v kontrolní variantě byly většinou vybírány první (největší) klasy s vysokou produktivitou.

Dalším měřítkem rezistence odrůdy byly hodnoty ADPC (Shaner, Finney, 1977), což je plocha pod křivkou průběhu choroby získaná na základě tří opakování měření. Vypočítá se podle vzorce:

$$\sum_{i=1}^n \left[ (x_{i+1} + x_i) / 2 \right] \cdot (t_{i+1} - t_i)$$

kde:  $x_i$  – procento napadení při  $i$ -tém pozorování v čase  $t_i$  (dny)

$n$  – počet měření

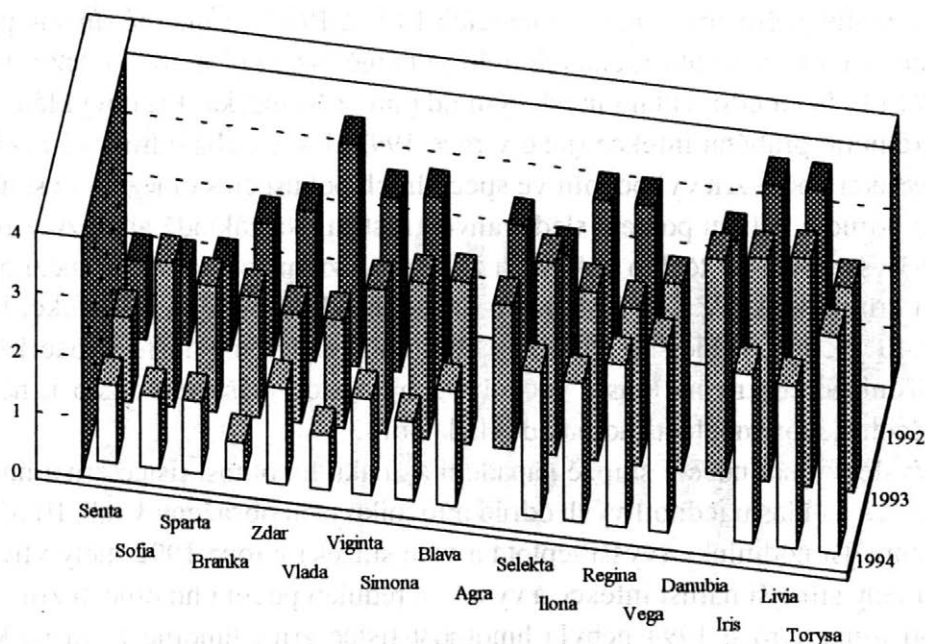
## VÝSLEDKY A DISKUSE

V tab. I je uveden přehled výsledků analýz rozptylu u deseti znaků. Data pro dvojné třídění s interakcí byla získána z 13 odrůd hodnocených po tři roky a se dvěma opakováními. Celkově je možné uvést, že ve všech případech byl vysoce statisticky významný vliv pokusného ročníku i odrůdy. Relativně nižší, i když u šesti znaků též významný, byl podíl interakce odrůdy s ročníkem. Nižší podíl interakční složky rozptylu, zvláště nevýznamnost u znaků SH (symptomatické hodnocení) a HTZ-R (hmotnost tisíce zrn – % redukce) svědčí o tom, že reakce odrůd nebyla v jednotlivých ročnících, lišících se intenzitou napadení, zásadně odlišná (obr. 1 a 2). Také Mesterhá-

zy (1988) nezjistil výraznější změny v reakci genotypů vlivem různých experimentálních podmínek a při použití izolátů různé patogenity.

Odrůdy i ročníky se lišily v projevu znaků jak v kontrolní neinfikované variantě (K), tak po infekci *F. culmorum* (I) a v procentní redukci (R). Procentní redukce vlivem nákazy byla v průměru 46,7 % u hmotnosti tisíce zrn, 25,9 % u počtu zrn na klas a 58 % u hmotnosti zrn na klas. Miedaner a Walther (1987) uvádějí u sledovaných odrůd pšenice průměrnou redukci 40,6 % u hmotnosti tisíce zrn, 17,3 % u počtu zrn na klas a 49,2 % u hmotnosti zrn na klas.

Vysoce významná byla ve všech ročnících testování korelace mezi stupněm napadení klasu SH (0–4; 0 – bez příznaků) a hmotností tisíce zrn v infekční variantě (HTZ-I) i procentní redukcí tohoto znaku (HTZ-R), nejtěsnější v roce 1993 (tab. II), který skýtal příznivější podmínky pro rozvoj choroby. S počtem zrn na klas a jeho redukcí souvisel stupeň napadení pouze v roce 1992, při nejsilnější infekci. Mezi hmotností zrna na klas (HZK-I a HZK-R) a stupněm napadení byly korelace nejtěsnější v roce 1992 a vyso-



1. Symptomatické hodnocení napadení klasu u 18 odrůd pšenice v jednotlivých letech testování (0–4; 0 – bez symptomů) — Symptom scores of 18 wheat varieties in different years of testing (0–4; 0 - without symptoms)

I. Celkové průměry a průměrné čtverce z analýz rozptylu pro symptomatické hodnocení  
means and mean squares from analyses of variance for symptom score and yield characters exa-

| Parametr <sup>1</sup>            | df | SH      | HTZ-I   | HTZ-K     | HTZ-R    |
|----------------------------------|----|---------|---------|-----------|----------|
| Celkový průměr <sup>2</sup>      |    | 2,311   | 22,32   | 41,40     | 46,71    |
| Zdroj proměnlivosti <sup>3</sup> |    |         |         |           |          |
| odrůda <sup>4</sup> (O)          | 12 | 3,027** | 146,4** | 94,9**    | 734,2**  |
| rok <sup>5</sup> (R)             | 2  | 6,617** | 2 010** | 1 518,8** | 6 341,8* |
| O x R                            | 24 | 0,497   | 25,2*   | 15,9**    | 171,2    |
| reziduální <sup>6</sup>          | 39 | 0,315   | 13,8    | 5,7       | 101,6    |

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$

SH = symptomatické hodnocení (0–4; 0 – bez symptomů) – symptom score (0–4; 0 – without symptoms)

<sup>1</sup>parameter; <sup>2</sup>total mean; <sup>3</sup>source of variation; <sup>4</sup>variety; <sup>5</sup>year; <sup>6</sup>residual

ce významné ve všech třech ročnících. Zjišťování vztahu mezi jednotlivými výnosovými znaky dokládá nezávislost mezi snížením hmotnosti tisíce zrn a snížením počtu zrn na klas v ročnících 1993 a 1994. Průměrné snížení počtu zrn na klas v těchto ročnících bylo výrazně nižší (17 a 18 %) než v roce 1992 (43 %) a odpovídalo uvedeným údajům z Německa. Při obvyklém neextrémním průběhu infekce (jako v roce 1993) bude třeba odrůdové rozdíly v redukci počtu zrn vyhodnotit ve speciálních pokusech s omezeným souborem odrůd a větším počtem sledovaných rostlin. Na základě analýzy v roce 1993 však byla i v těchto pokusech zjištěna významnost korelace mezi počtem zrn na klas (PZK-I) a stupněm napadení klasu 14. den po infekci ( $r = 0,40^+$ ), čili s rychlejším nástupem choroby, ke kterému došlo v roce 1992. Snížení počtu zrn na klas v roce 1993 bylo sice nižší, ale došlo k němu u všech sledovaných odrůd, jak dokládá obr. 3.

Výsledky hodnocení stupně napadení a znaků hmotnost tisíce zrn a hmotnost zrn na klas u jednotlivých odrůd a ročníků jsou obsaženy v tab. III až V. Příznivější podmínky (vyšší teplota a více srážek) v roce 1992 měly vliv na zmíněný silnější nárůst infekce a vysokou redukci počtu i hmotnosti zrn. Naproti tomu v roce 1994 nebyla hmotnost tisíce zrn i hmotnost zrn na klas snížena jako v předešlých letech. Chladné počasí v době květu (tedy v době inokulace) bylo v průběhu vývoje infekce náhle vystřídáno horkým a suchým obdobím, což mělo vliv na dosažení nižšího stupně infekce. Průměrné-

a výnosové znaky zjišťované v infekční (I) a kontrolní (K) variantě a v poměru I/K (R) – Total mined in the infection (I) and control (K) variant, and in the I/K ratio (R)

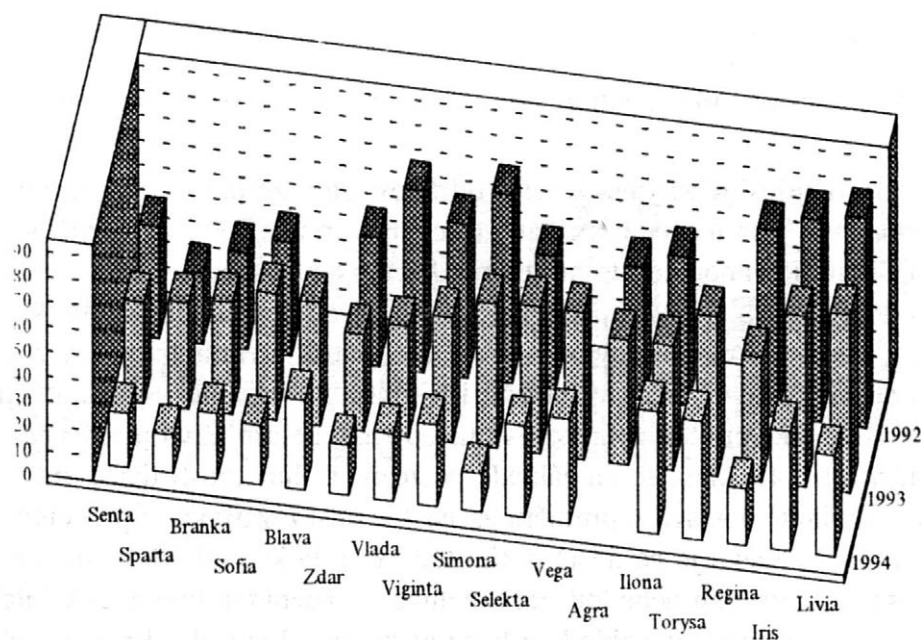
| PZK-I     | PZK-K     | PZK-R     | HZK-I   | HZK-K   | HZK-R    |
|-----------|-----------|-----------|---------|---------|----------|
| 41,46     | 55,43     | 25,90     | 1,01    | 2,27    | 57,77    |
| 323,4**   | 214,7**   | 518,5**   | 0,478** | 0,469** | 712,6**  |
| 3 922,8** | 2 070,4** | 5 601,0** | 9,973** | 8,093** | 6871,5** |
| 64,3      | 19,7      | 258,1*    | 0,090*  | 0,105** | 209,8*   |
| 38,8      | 16,6      | 130,1     | 0,043   | 0,025   | 103,7    |

HTZ = hmotnost tisíce zrn [g] – thousand grain weight [g]

PZK = počet zrn na klas – grain number per ear

HZK = hmotnost zrna na klas [g] – grain weight per ear (g)

mu pořadí odrůd v napadení klasu a v redukci hmotnosti tisíce zrn nejlépe odpovídaly podmínky roku 1993 (obr. 1 a 2). Redukce jednotlivých výnosových znaků v tomto roce jsou patrné z obr. 3 až 5.



2. Procentní redukce hmotnosti tisíce zrn u 18 odrůd pšenice v jednotlivých letech testování – Percent reduction of thousand grain weight for 18 wheat varieties in different years of testing

II. Korelační koeficienty mezi sledovanými znaky v letech 1992, 1993 a 1994 (13 odrůd, 2 opakování) — Correlation coefficients between the examined traits in 1992, 1993 and 1994 (13 varieties, 2 replications)

|             | 1992    | 1993    | 1994    |             | 1992    | 1993    | 1994    |
|-------------|---------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------|
| SH/HTZ-I    | -0,70** | -0,85** | -0,58** | HTZ-R/PZK-I | -0,68** | -0,37   | 0,04    |
| SH/HTZ-R    | 0,76**  | 0,95**  | 0,70**  | HTZ-R/PZK-R | 0,80**  | 0,34    | 0,01    |
| SH/PZK-I    | -0,81** | -0,33   | -0,05   | HTZ-R/HZK-I | -0,94** | -0,83** | -0,81** |
| SH/PZK-R    | 0,82**  | 0,30    | 0,01    | HTZ-R/HZK-R | 0,95**  | 0,79**  | 0,88**  |
| SH/HZK-I    | -0,87** | -0,76** | -0,53** | PZK-I/PZK-R | -0,94** | -0,80** | -0,63** |
| SH/HZK-R    | 0,81**  | 0,75**  | 0,62**  | PZK-I/HZK-I | 0,82**  | 0,72**  | 0,45*   |
| HTZ-I/HTZ-R | -0,94** | -0,89** | -0,88** | PZK-I/HZK-R | -0,80** | -0,65** | -0,33   |
| HTZ-I/PZK-I | 0,52**  | 0,13    | -0,05   | PZK-R/HZK-I | -0,90** | -0,60** | -0,34   |
| HTZ-I/PZK-R | -0,68** | -0,16   | -0,01   | PZK-R/HZK-R | 0,90**  | 0,78**  | 0,47*   |
| HTZ-I/HZK-I | 0,88**  | 0,75**  | 0,86**  | HZK-I/HZK-R | -0,97** | -0,84** | -0,86** |
| HTZ-I/HZK-R | -0,85** | -0,60** | -0,76** |             |         |         |         |

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$

Použité symboly pro znaky vysvětleny v tab. I — For explanation of symbols used see Table I

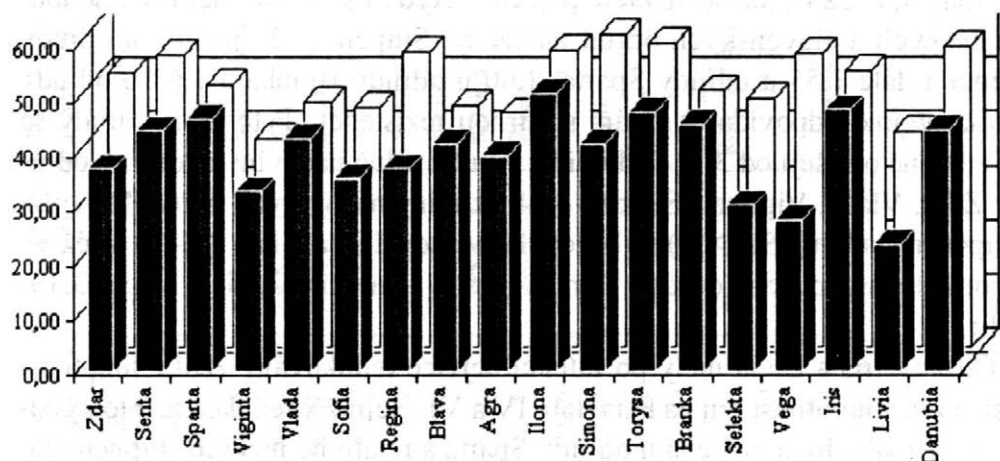
Z tab. III až V je zřejmé, že více odrůdových rozdílů v reakci na infekci *F.culmorum* bylo možné prokázat v infekční variantě než na základě porovnání s neinfikovanou kontrolou (poměr I/K), o čemž svědčí vyšší *F* hodnoty odvoditelné z tab. I i vyšší počet detekovaných homogenních skupin. Vzhledem k prokázaným odrůdovým rozdílům v kontrolní variantě bylo nezbytné počítat procentní redukce vzhledem ke kontrolní variantě. Nejvýrazněji je vidět vliv nízké průměrné hmotnosti tisíce zrn v kontrolní variantě u odrůdy Branka (obr. 4), která se na základě posuzování hmotnosti tisíce zrn v infekční variantě dostává v průměru až na 10. místo, zatímco v procentní redukci tohoto znaku je na místě třetím (tab. IV). Pokud odrůdové rozdíly ve výnosových znacích nebudou nevýznamné, je nezbytné toleranci k infekci patogenem posuzovat vzhledem k neinfikované kontrole. Předpokladem jsou však co nejpřesnější údaje o projevu znaku v kontrolní a pochopitelně i v infekční variantě.



III. Pořadí odrůd a ročníků u znaku symptomatické hodnocení (SH) a jejich zařazení do homogenních skupin (Tukey  $P = 95\%$ ) – Variety and year ranking for symptom score (SH) and their inclusion in homogeneous groups (Tukey  $P = 95\%$ )

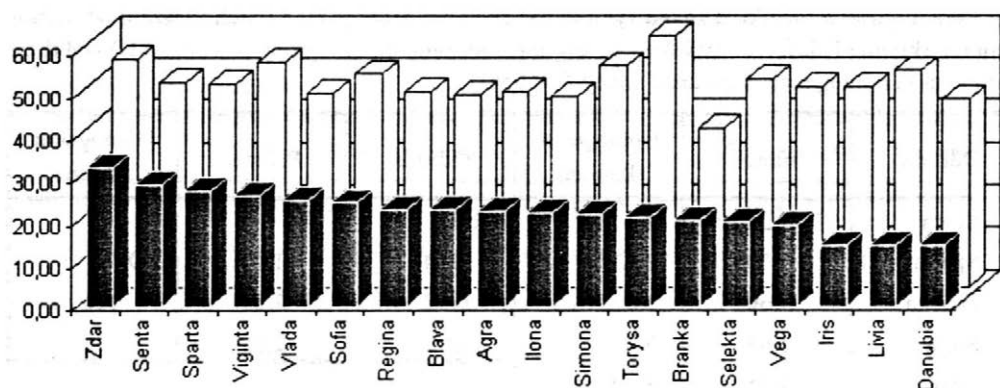
| Odrůda <sup>1</sup> | Průměr <sup>2</sup> | Homogenní skupina <sup>3</sup> | Odrůda           | Průměr | Homogenní skupina |
|---------------------|---------------------|--------------------------------|------------------|--------|-------------------|
| Senta               | 1,32                | X                              | Rok <sup>4</sup> |        |                   |
| Sparta              | 1,55                | XX                             | 1994             | 1,74   | X                 |
| Branka              | 1,60                | XX                             | 1993             | 2,51   | X                 |
| Sofia               | 1,63                | XX                             | 1992             | 2,69   | X                 |
| Zdar                | 1,95                | XXX                            |                  |        |                   |
| Vlada               | 2,12                | XXX                            |                  |        |                   |
| Viginta             | 2,30                | XXX                            |                  |        |                   |
| Simona              | 2,32                | XXX                            |                  |        |                   |
| Selekta             | 2,65                | XXX                            |                  |        |                   |
| Ilona               | 2,80                | XX                             |                  |        |                   |
| Regina              | 2,88                | XX                             |                  |        |                   |
| Iris                | 3,47                | X                              |                  |        |                   |
| Livia               | 3,47                | X                              |                  |        |                   |

<sup>1</sup>variety; <sup>2</sup>mean; <sup>3</sup>homogeneous group; <sup>4</sup>year



□ kontrolní - control variant; ■ infikované – infected variant

3. Snížení počtu zrn na klas po infekci *F. culmorum* u 18 odrůd pšenice v roce 1993 – Reduction of grain number per ear after the infection with *F. culmorum* in 18 wheat varieties tested in 1993



□ kontrolní – control variant; ■ infikované – infected variant

4. Snížení hmotnosti tisíce zrn (g) po infekci *F. culmorum* u 18 odrůd pšenice v roce 1993 – Reduction of thousand grain weight (g) after the infection with *F. culmorum* in 18 wheat varieties tested in 1993

U stupně napadení klasů posuzovaného bonitační stupnicí 0–4 (tab. III) bylo možné odrůdy sestavit do čtyř homogenních skupin podle statistického vyhodnocení (Tuckey). Vysoce rezistentní odrůdy se stupněm napadení 0,8 až 0,9 zjištěné v pokusech se zahraničními zdroji rezistence (Kooperatorka a Praag 8) a též v pokusech, které popsal Snijders (1990), nebyly v souboru českých a slovenských odrůd nalezeny. Stupeň 1,32 zjištěný u odrůdy Senta a dále 1,55 u odrůdy Sparta, 1,60 u odrůdy Branka a 1,63 u odrůdy Sofia zřejmě odpovídá odrůdám s mírnou rezistencí. Tyto čtyři odrůdy se významně odlišují od 3. a 4. skupiny mírně a silně náchylných odrůd; odrůdy Zdar, Vlada, Viginta a Simona od 4. skupiny náchylných odrůd. Nejvyšší stupeň napadení ( $SH > 3$ ) vykazovaly odrůdy Iris a Livia (3,47) a též ve dvou letech zkoušené odrůdy Torysa (3,50), Danubia (3,25) a Vega (3,10) (obr. 1).

Odrůdy Iris a Livia měly po infekci nejvíce redukovány znaky hmotnost tisíce zrn a hmotnost zrn na klas (tab. IV a V). Nejnižší redukce těchto výnosových znaků byla zjištěna u odrůdy Sparta s relativně nízkým stupněm napadení. Od skupiny nejvíce postižených odrůd se vedle Sparty významně opět odlišovaly tolerantnější odrůdy Senta, Branka, Sofia a také odrůda Zdar. Vyšší toleranci odrůdy Zdar odpovídají nízké hodnoty ADPC (obr. 6), svědčící o schopnosti zpomalit průběh nákazy. Pro odrůdu Zdar je charak-

IV. Pořadí odrůd a ročníků u znaku hmotnost tisíce zrn (HTZ – g) a jejich zařazení do homogenních skupin (Tuckey  $P = 95\%$ ) – Variety and year ranking in the thousand grain weight (HTZ – g) and their inclusion in homogeneous groups (Tuckey  $P = 95\%$ )

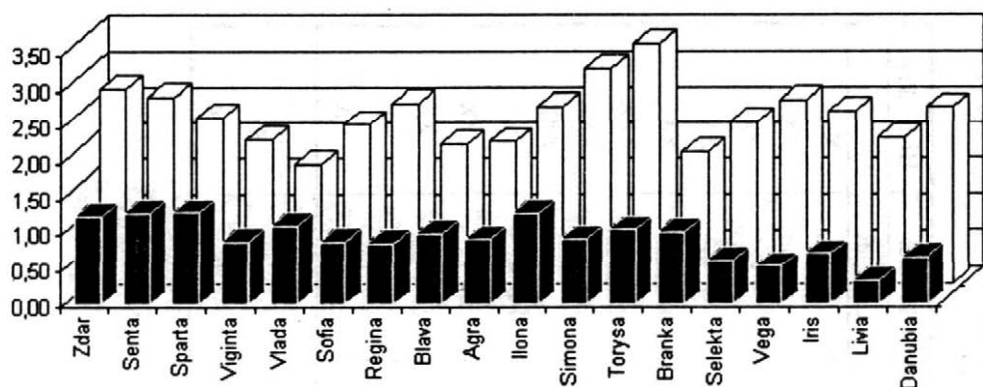
| Odrůda <sup>1</sup>   | Průměr <sup>2</sup> | Hom. skup. <sup>3</sup> | Odrůda   | Průměr | Hom. skup. | Odrůda   | Průměr | Hom. skup. |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|----------|--------|------------|----------|--------|------------|
| HTZ - K               |                     |                         | HTZ- I   |        |            | HTZ - R  |        |            |
| Viginta               | 46,52               | X                       | Sparta   | 30,29  | X          | Sparta   | 28,90  | X          |
| Livia                 | 44,75               | XX                      | Senta    | 27,62  | XX         | Senta    | 35,60  | XX         |
| Simona                | 44,53               | XXX                     | Zdar     | 27,53  | XX         | Branka   | 36,66  | XX         |
| Sofia                 | 44,28               | XXX                     | Sofia    | 26,75  | XXX        | Zdar     | 36,96  | XX         |
| Zdar                  | 42,68               | XXXX                    | Viginta  | 24,58  | XXXX       | Sofia    | 39,97  | XX         |
| Sparta                | 42,65               | XXXX                    | Simona   | 22,84  | XXXXX      | Vlada    | 48,04  | XXX        |
| Senta                 | 42,16               | XXXX                    | Vlada    | 21,31  | XXXX       | Viginta  | 48,22  | XXX        |
| Selekta               | 41,61               | XXX                     | Selekta  | 20,84  | XXXXX      | Regina   | 49,06  | XXX        |
| Ilona                 | 40,06               | XXX                     | Regina   | 20,62  | XXXXX      | Simona   | 49,70  | XX         |
| Regina                | 39,84               | XX                      | Branka   | 19,32  | XXXX       | Selekta  | 49,72  | XX         |
| Iris                  | 39,41               | X                       | Ilona    | 19,20  | XXX        | Ilona    | 53,05  | XX         |
| Vlada                 | 39,18               | X                       | Livia    | 15,37  | XX         | Livia    | 65,35  | X          |
| Branka                | 30,57               | X                       | Iris     | 13,61  | X          | Iris     | 65,97  | X          |
| Rok <sup>4</sup> 1993 | 48,13               | X                       | Rok 1994 | 30,53  | X          | Rok 1994 | 29,28  | X          |
| 1994                  | 42,99               | X                       | 1993     | 23,32  | X          | 1993     | 51,40  | X          |
| 1992                  | 33,09               | X                       | 1992     | 13,04  | X          | 1992     | 59,45  | X          |

I = infekční varianta – infected variant;

K = kontrolní varianta - control variant;

R = 100 – I/K.100

<sup>1</sup>variety; <sup>2</sup>mean; <sup>3</sup>homogeneous group



□ kontrolní – control variant; ■ infikované – infected variant

5. Snížení hmotnosti zrn na klas (g) po infekci *F. culmorum* u 18 odrůd pšenice v roce 1993 – Reduction of grain weight per ear (g) after the infection with *F. culmorum* in 18 wheat varieties tested in 1993

teristický řidší klas, což je jedna z účinných komponent rezistence (Mesterházy, 1995). K dalším pasivním mechanismům rezistence patří větší délka rostliny a nepřítomnost osin. Silně náchylná odrůda Livia je jedinou současnou osinatou odrůdou ozimé pšenice v povoleném sortimentu (1995). Jak odrůda Livia, tak odrůda Iris patří mezi odrůdy velmi nízkého vzrůstu.

### Strategie ve šlechtění na rezistenci

Vzhledem k tomu, že vysoce účinné geny rezistence k tomuto patogenu nebyly dosud nalezeny, je nepochybně třeba ve šlechtění na rezistenci využít různé typy a komponenty rezistence jak aktivního, tak pasivního charakteru, které popsal Mesterházy (1995) a řada dalších autorů.

Větší pravděpodobnost detekce rezistentních materiálů skýtá orientace na vhodné morfologické typy, u nichž byl prokázán relativně nižší výskyt nákazy. Jsou to tyto vlastnosti: délka rostlin v rozmezí 90–100 cm, nepřítomnost osin, řidší klas či větší délka internodia pod klasem (nejméně 15 cm).

Cílevědomé šlechtění na rezistenci, které je nutné, však předpokládá vyhledání a využití efektivních zdrojů rezistence. Snijders (1990), Mesterházy et al. (1994) i další autoři detekovali řadu vysoce rezistentních odrůd, a to především mezi odrůdami jarní pšenice (Nobeoka Bozu, Pekin 8, Sumey-3 aj.). Ověřování rezistence zahraničních odrůd a výběr vhodných do-

V. Pořadí odrůd a ročníků u znaku hmotnost zrn na klas (HZK – g) a jejich zařazení do homogenních skupin (Tuckey  $P = 95\%$ ) – Variety and year ranking in the grain weight per ear (HZK – g) and their inclusion in homogeneous groups (Tuckey  $P = 95\%$ )

| Odrůda <sup>1</sup>   | Průměr <sup>2</sup> | Hom. skup. <sup>3</sup> | Odrůda   | Průměr | Hom. skup. | Odrůda   | Průměr | Hom. skup. |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|----------|--------|------------|----------|--------|------------|
| HZK - K               |                     |                         | HZK - I  |        |            | HZK - R  |        |            |
| Simona                | 2,72                | X                       | Sparta   | 1,43   | X          | Sparta   | 40,75  | X          |
| Senta                 | 2,58                | XX                      | Zdar     | 1,38   | XX         | Branka   | 43,84  | XX         |
| Zdar                  | 2,53                | XXX                     | Senta    | 1,38   | XX         | Senta    | 48,57  | XXX        |
| Ilona                 | 2,42                | XXXX                    | Simona   | 1,10   | XXX        | Zdar     | 48,93  | XXX        |
| Iris                  | 2,38                | XXX                     | Sofia    | 1,07   | XXXX       | Sofia    | 54,02  | XXXX       |
| Sparta                | 2,38                | XXX                     | Branka   | 1,02   | XXXX       | Vlada    | 55,69  | XXXX       |
| Regina                | 2,31                | XXX                     | Ilona    | 1,02   | XXXX       | Viginta  | 56,86  | XXXXX      |
| Sofia                 | 2,25                | XXX                     | Viginta  | 1,01   | XXX        | Ilona    | 59,03  | XXXXX      |
| Selekta               | 2,21                | XXXX                    | Regina   | 0,92   | XX         | Regina   | 62,76  | XXXX       |
| Viginta               | 2,16                | XXX                     | Vlada    | 0,89   | XX         | Simona   | 62,81  | XXXX       |
| Vlada                 | 1,93                | XXX                     | Selekta  | 0,78   | XXX        | Selekta  | 67,15  | XXX        |
| Livia                 | 1,89                | XX                      | Iris     | 0,67   | XX         | Iris     | 74,08  | XX         |
| Branka                | 1,77                | X                       | Livia    | 0,46   | X          | Livia    | 76,56  | X          |
| Rok <sup>4</sup> 1994 | 2,81                | X                       | Rok 1994 | 1,66   | X          | Rok 1994 | 41,31  | X          |
| 1993                  | 2,31                | X                       | 1993     | 0,95   | X          | 1993     | 58,19  | X          |
| 1992                  | 1,70                | X                       | 1992     | 0,42   | X          | 1992     | 73,82  | X          |

I = infekční varianta – infected variant

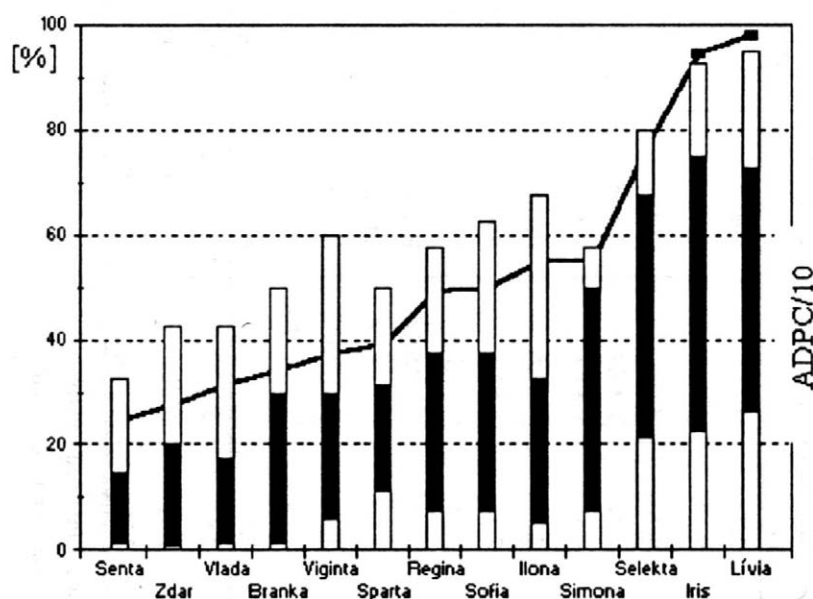
K = kontrolní varianta – control variant

R = 100 – I/K.100

<sup>1</sup>variety; <sup>2</sup>mean; <sup>3</sup>homogeneous group; <sup>4</sup>year

norů rezistence pro naše šlechtění pšenice je též náplní vlastní práce. Překážkou pohotového získání rezistentního materiálu je to, že odrůdy s vysokou rezistencí bývají starší odrůdy (např. Praag 8 a Kooperatorka) s převahou negativních agronomických vlastností. Povzbudivé je proto nové zjištění (z pokusů roku 1995) nejnižšího stupně napadení (0,7) u moderní české odrůdy Bona – SG-U-466 (Arina 0,9, Bizel 1,0, Praag 8 1,2, Kooperatorka 1,2) spolu s relativně nízkou procentní redukcí hmotnosti tisíce zrn (20,7 %). K výsledkům studia rezistence u souboru českých a slovenských odrůd pšenice bude nepochybně přihlédnuto při koncipování hybridizačních programů. Největší naději na úspěch skýtá hybridizace moderních domácích odrůd s mírnou rezistencí se zahraničními vysoce rezistentními zdroji, detekovanými zvláště u pšeníc jarních.

Z praktických aspektů je vizuální hodnocení stupně napadení v provokačních testech rozhodujícím kritériem výběru. Ukázalo se, že hodnocení průběhu infekce a zjišťování plochy pod křivkou průběhu choroby ADPC (obr. 6) je do značné míry zastupitelné vizuálním symptomatickým hodnocením v konečné fázi, může však pomoci odhalit tolerantnější genotypy s pomalejší



6. Procentní napadení klasů 14., 22. a 30. den po infekci *F. culmorum* a hodnoty ADPC (Shaner, Finney, 1977) u 18 odrůd pšenice v roce 1993 – Percent of bleached ears on the 14th, 22th, and 30th day after the infection with *F. culmorum* and ADPC values (Shaner, Finney, 1977) in 18 wheat varieties tested in 1993



ším počátečním průběhem nákazy (Senta, Zdar). Tolerance k napadení je přesněji postižena až na základě opakovaných zkoušek, v řadě pokusných ročníků a při paralelním sledování více izolátů (Mesterházy, 1995). Ze sledovaných výnosových složek považují Miedaner a Walther (1987) hmotnost zrn na klas po infekci za nejlepší a snadno zjistitelný selekční znak, neboť odráží účinek nákazy na obě komponenty, tj. počet zrn na klas i hmotnost tisíce zrn. Vlastní zjištění jsou v základě ve shodě se závěry těchto autorů (tab. IV a V). Pro hrubší screening se ukazuje použití tohoto znaku vhodné. Pro přesnější detekci tolerantnějších genotypů je však vedle opakování pokusů účelné sledovat vliv infekce na hmotnost tisíce zrn. Tento znak je méně ovlivněn prostředím než hmotnost zrn na klas (zjišťovaná v těchto typech pokusů na základě hmotnosti 2 x 10 či 12 klasů), a zvláště pokud v daném ročníku počet zrn na klas významně nesouvisí se stupněm napadení (ve vlastních pokusech ročníky 1993 a 1994), indikuje dosažená hmotnost tisíce zrn nepochybně přesnější stupeň tolerance než hmotnost zrn na klas. Pro selekci může být též nápomocný výsev nepoškozených semen z infikovaných klasů následujícím rokem a posouzení tolerance/rezistence k infekci semen (Mesterházy, 1995).

Z uvedeného vyplývá, že šlechtění na rezistenci k fuzariózám by mělo být orientováno:

1. na racionalizaci výběru rodičovských komponent vycházející z výsledků testování domácích a zahraničních odrůd,
2. v raných hybridních generacích na výběr vhodných morfologických typů s přihlédnutím k přirozené infekci,
3. v pozdějších generacích na detekci rezistentního liniového materiálu na základě testování stupně rezistence a tolerance k nákaze (redukce hmotnosti tisíce zrna a hmotnosti zrna na klas) v provokačních pokusech.

### L i t e r a t u r a

- MESTERHÁZY, A.: *Fusarium* species of wheat in South Hungary, 1970–1983. Cer. Res. Com., 12, 1984: 167–170.
- MESTERHÁZY, A.: Selection of head blight resistant wheats through improved seedling resistance. Pl. Breed., 98, 1987: 25–36.
- MESTERHÁZY, A.: Expression of resistance to *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* under various experimental conditions. J. Phytopath., 123, 1988: 304–310.

MESTERHÁZY, A.: Types and components of resistance to *Fusarium* head blight of wheat. Pl. Breed., 114, 1995: 377-386.

MESTERHÁZY, A. – BARTÓK, T. – SÁGI, F.: New results in selecting scab resistant wheats and their impact on toxin contamination. Genet. Pol., 35/B, 1994: 47-62.

MIEDANER, Th. – WALTHER, H.: Ermittlung der *Fusarium*-Resistenz von Weizen im Ährenstadium. Z. Pfl.-Krankh. Pfl.-Schutz, 94, 1987: 337-347.

SHANER, G. – FINNEY, R.E.: The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopathology, 67, 1977: 1051-1056.

SNIJDERS, C.H.A.: Genetic variation for resistance to *Fusarium* head blight in bread wheat. Euphytica, 50, 1990: 171-179.

STUHLÍKOVÁ, E. – KOVÁČIKOVÁ, E.: Šlechtění pšenice k fuzariózám. Genet. a Šlecht., 29, 1993: 138-160.

TÖRÖK, E.: Doterajšie skúsenosti testovania ozimnej pšenice na odolnosť proti fuzariózám klasov na ŠS Solary. In: Sbor. Šlechtění pšenice na odolnosť proti chorobám. ŠS Stupice 1989: 99-108.

Došlo 4. 3. 1996

---

*Kontaktní adresa:*

Ing. Eva Stuchlíková, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby,  
161 06 Praha-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/360 851, fax: 02/365 228

# REAKCE VYBRANÝCH ODRŮ PŠENICE JARNÍ NA INFEKCI VIREM ŽLUTÉ ZAKRSLOSTI JEČMENE\*

## Response of Selected Spring Wheat Varieties to the Infection with Barley Yellow Dwarf Virus

Josef VACKE, Václav ŠÍP, Miroslav ŠKORPÍK

Research Institute of Crop Production, Prague, Czech Republic

**Abstract:** Response to the infection with barley yellow dwarf virus (BYDV) was studied in field trials with selected Czech spring wheat varieties, advanced breeding lines, and foreign cultivars. The trials contained two blocks of small plots separated with a protective belt. One of the blocks represented the infection variant and the other the control, uninfected variant. The plants were grown on two row plots 1 meter long with three replications. Infection with PAV strain of BYDV was carried out at the beginning of the tillering stage. *Rhopalosiphum padi* aphids obtained from greenhouse rearing were used for transmitting the virus; their inoculation suction lasted 5 to 7 days. The intensity of the symptomatic response was classified according to a 1–9 scale (1 – without symptoms) developed by Schaller and Qualset (1980), at the phase of full flowering. The effect of virus infection on yield components was assessed after plant harvesting, when the susceptibility index was also determined using formula devised by Comeau and St-Pierre (1982), as modified by Šíp et al. (1994). The intensity of the symptomatic response fluctuated in the range from 2.7 to 7.5 within the set of spring wheat varieties under investigation during two to three experimental years, with the mean values being in the range from 5.56 to 5.92 (Table I). Correlations between the measurements in different years (Table II) showed that the infection variant provided more reliable (repetitive) data than percent reductions from uninfected variant. Correlation coefficients in the infection variant were statistically significant for grain yield, thousand grain weight, harvest index and the modified susceptibility index in all cases. The average 36.0% reduction of grain yield after BYDV infection was mainly caused by the reduction of grain weight per ear (32.7%). Somewhat less marked was the reduction of straw yield (27.5%), and the lower reduction rates were recorded in plant height (7.3%), ear number per plant (3.6%), thousand grain weight (9.8%) and harvest index (7.7%) (Table I). According to obtained results no variety from the group of spring wheat

\* Práce byla uskutečněna za finanční podpory GA ČR v rámci grantu reg. č. 506/94/0424.

varieties registered in the Czech Republic could be reckoned as resistant to BYDV. The advanced breeding lines SG-U-7035, ST-135, ST-271-92, UH-126, and UH-7005 were classified as moderately resistant and the other lines as moderately susceptible. The Brazilian variety Maringá and its near isogenic lines for *Rht* genes showed moderate to high resistance to BYDV. However, the variety Frontana with the *Bdv1* resistance gene surprisingly lacked even a moderate level of resistance. Among the tested CIMMYT materials, a very high resistance was detected in VEE"S"/TRAP1 (Table III).

spring wheat; barley yellow dwarf virus; reduction of yield components; resistance of varieties and breeding lines

**Abstrakt:** Reakce pšenice jarní na infekci virem žluté zakrslosti ječmene (BYDV) byla studována v maloparcelkových polních pokusech u 33 vybraných českých odrůd a novošlechtění a zahraničních odrůd. Tyto materiály byly pěstovány na 1 m dlouhých dvouřádkových parcelkách. Rostliny byly na začátku odnožování infikovány PAV kmenem BYDV. K přenosu viru sloužily mšice *Rhopalosiphum padi* ze skleníkových chovů. U testovaných materiálů se za vegetace studovaly symptomatické projevy, po sklizni se zjišťoval vliv viru na výnosové prvky a stanovoval se index náchylnosti. Intenzita symptomatické reakce se u zkoumaného sortimentu pohybovala během 2–3 pokusných let od stupně 2,7 do 7,5, průměr pak od stupně 5,56 do 5,92. Průměrná procentní redukce způsobená BYDV na pšenici jarní byla poměrně vysoká u výnosu zrna na klas (32,7 %) a plochu (36,0 %). O něco nižší redukce než v předchozím případě byla zjištěna u hmotnosti biomasy (cca 31 %) a hmotnosti slámy (cca 27,5 %), nejnižší pak u výšky rostlin (7,32 %), počtu klasů (3,6 %), hmotnosti 1000 zrn (9,8 %) a sklizňového indexu (7,7 %). Z korelační analýzy mezi výnosovými údaji jednotlivých ročníků je zřejmé, že jsou přesnější u samotné infekční varianty než při stanovení procentní redukce ve vztahu k variantě kontrolní. Svědčí o tom korelační koeficienty, které byly u infekční varianty u výnosu zrna, hmotnosti 1000 zrn, sklizňového indexu a modifikovaného indexu náchylnosti ve všech případech statisticky významné. Z výsledků testování vyplynulo, že v povoleném sortimentu není žádná odrůda odolná k BYDV. Mezi mírně odolné je možné z novošlechtění zařadit SG-U-7035, ST-125, ST-271-92, UH 126 a UH 7005, zbývající lze klasifikovat jako mírně náchylné. Mírná až silná hladina rezistence byla zaznamenána u brazilské odrůdy Maringá a u izogenních linií tohoto materiálu s *Rht* geny. Rodičovská odrůda Frontana s genem odolnosti *Bdv 1* však překvapivě postrádala i mírnou hladinu rezistence. Z materiálů CIMMYT byla silně odolná linie VEE"S"/TRAP 1.

Jako mírně odolné se jeví materiály č. 13, 49 a 55, ostatní patří mezi mírně až silně náchylné.

pšenice jarní; virus žluté zakrslosti ječmene; vliv viru na sklizňové prvky; rezistence odrůd a novošlechtění

Virus žluté zakrslosti ječmene (barley yellow dwarf virus – BYDV) je hospodářsky významným patogenem pšenice jarní a dalších obilnin. Přenáší jej perzistentně řada druhů mšic (Slykhuis, 1967). Silně patogenní PAV kmen, který je na území ČR převážně rozšířen (Vacke, 1988), přenáší s velkou účinností mšice *Rhopalosiphum padi* L. *Sitobion avenae* F. a *Metopolophium dirhodum* Walk.

BYDV je rozšířen na všech kontinentech, a tedy i na území našeho státu. Pšenici jarní i další obilniny infikuje u nás v různé intenzitě každým rokem. V posledních 15 letech bylo zaznamenáno několik období silného a v mnoha oblastech epidemického výskytu tohoto patogena. Sklizňové ztráty, které BYDV způsobuje na obilninách, jsou v cizině odhadovány na 1–3 % ročně, v některých letech a regionech na 20–30 % (Burnett, 1984). V našich polních podmínkách byla u infikované pšenice jarní odhadnuta redukce výnosu zrna o 10–15 %. BYDV mimo ztrát na sklizni zrna způsobuje rovněž pokles jeho kvality. Škody na infikovaných rostlinách ještě vzrůstají snížením jejich odolnosti vůči mšicím a některým houbám, jako jsou *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Septoria* spp. aj. (Schmelzer, Spaar, 1974). Jedním ze způsobů, a to velice účinným, ekonomicky efektivním a perspektivním, jak BYDV čelit, je využití geneticky podmíněné odolnosti. Problematikou rezistence pšenice jarní k BYDV se v zahraničí zabývala řada autorů (např. Tola, Kronstad, 1984; Singh et al. 1993 a další). U nás se jí však v minulosti nevěnovala pozornost.

Předkládaná práce je proto vstupem do zmíněné problematiky. Cílem realizovaných pokusů bylo studium symptomatické reakce vybraného sortimentu pšenice jarní na infekci virem, zjištění vlivu viru na výnosové prvky, charakterizace českých povolených odrůd z hlediska odolnosti a prověření odolnosti některých zahraničních zdrojů rezistence.

## MATERIÁL A METODY

Reakce pšenice jarní na infekci k BYDV byla zkoumána v maloparcelkových polních pokusech u pěti povolených odrůd, 14 perspektivních novošlechtění

a 14 zahraničních materiálů, a to v letech 1992–1995 na stanovišti Praha-Ružyně. Vybrané genotypy se testovaly v průběhu 2–3 let, některá silně náchylná novošlechtění pouze v jednoletých orientačních pokusech. Tyto pokusy byly uspořádány do dvou bloků oddělených od sebe ochrannými pásy. Jeden z bloků představoval infekční variantu, druhý pak kontrolní variantu bez infekce. V blocích byly jednotlivé materiály vysévány na dvouřádkové parcelky 1 m dlouhé, řazené do pásů, se sponem rostlin 20 x 8 cm. Každá odrůda nebo novošlechtění měla tři opakování.

Testovaný sortiment byl infikován vysoce patogenním, nespecifickým PAV kmenem BYDV. K přenosu viru sloužily mšice *Rhopalosiphum padi* ze skleníkových chovů, jejichž reprodukce a infekce probíhaly podle námi modifikované metody, kterou popsal Comeau (1984). Tato modifikace spočívala ve zkrácení a zjednodušení chovů, v němž odpadla kolonizace ovsa viruprostými vektory. Vzrostlý oves byl kolonizován větším množstvím voroformních mšic cca 5–6 týdnů před použitím k inokulaci testovaného sortimentu. Po uplynutí 5–7denního inokulačního sání byli přenašeči usmrceni aphicidním preparátem. Během vegetační doby se pokusné parcely i okolní dělicí a ochranné pásy udržovaly pod insekticidní clonou.

Symptomatická reakce se hodnotila v době kvetení pšenice podle stupnice, kterou vyvinuli Schaller a Qualset (1980). Doplnkově se sledovala inkubační doba viru v jednotlivých materiálech. Těsně před sklizní se měřila výška porostu. U vzorků 3x20 rostlin z obou variant pokusů, odebraných ze zapojeného pokusu byly hodnoceny následující sklizňové parametry: počet klasů na rostlinu (ks), hmotnost zrna na klas (g), hmotnost 1000 zrn (g), hmotnost zrna na plochu ( $\text{g/m}^2$ ), hmotnost suché nadzemní biomasy se zrnem ( $\text{g/m}^2$ ), hmotnost slámy ( $\text{g/m}^2$ ). Z průměrných hodnot těchto prvků (tři opakování) u infekční a kontrolní varianty byla vypočtena procentní redukce těchto prvků vlivem BYDV jako  $100 - I/K \cdot 100$ . Index náchylnosti (susceptibility index) byl vypočten podle modifikovaného vzorce (Šíp et al., 1994), který původně odvodili Comeau a St. Pierre (1982) takto:

$$10 - [3,75 \text{ HZK} + 12\text{HI} + 0,2 (10 - \text{SH})] \cdot 0,77$$

kde: HZK – hmotnost zrna na klas

HI – sklizňový index

SH – symptomatické hodnocení



Tato modifikace spočívala v tom, že místo hmotnosti zrna na plochu se do vzorce zařadil znak hmotnosti zrna na klas, který prokázal lepší shodu mezi jednotlivými ročníky testování. Stupeň rezistence (náchylnosti) jednotlivých genotypů se stanovil podle indexu náchylnosti s přihlédnutím k hodnotám ostatních sklizňových prvků.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

První zřetelné příznaky, tj. žloutnutí případně červenání špiček a okrajů listů, se u rostlin jednotlivých genotypů začaly objevovat za 15 až 30 dnů po infekci. Průměrná délka inkubační doby činila za 2–3leté období 20 dnů. Při sledování tohoto jevu jsme pozorovali, že silně náchylné genotypy měly podstatně kratší inkubační dobu, než materiály odolné. U nejnáchylnějších genotypů celého souboru, jako je např. Jara a ST 127-89, trvala inkubační doba 15 dnů, zatímco u nejodolnějších – ST 125, Maringá Rht 3 aj. – trvala tato doba 24–30 dnů. V několika případech však toto pravidlo neplatilo. Přesto však je možné délku inkubační doby do určité míry považovat za orientační kritérium při stanovení stupně rezistence jednotlivých genotypů pšenice jarní, zejména při vylučovacím způsobu testování rozsáhlejších souborů této obilniny. Intenzita symptomatické reakce hodnocená v období kvetení rostlin se pohybovala během 2–3 pokusných let v rozpětí od 2,7 do 7,5 stupně, průměr pak od 5,56 do 5,92 (tab. I).

Jak vyplývá z tab. I, BYDV negativně ovlivnil všechny sledované charakteristiky. Největší procentní redukce byla zaznamenána u výnosu zrna na klas (32,7) a plochu (36,0). O něco nižší redukce než u předchozích prvků byla zjištěna u hmotnosti nadzemní biomasy se zrnem (cca 31 %) a slámy (cca 27,5 %). Zmíněné skutečnosti svědčí o tom, že infekce virem postihuje reprodukční orgány pšenice jarní silněji než orgány vegetativní. Nejmenší snížení bylo zjištěno u výšky rostlin (7,32 %), počtu klasů (3,6 %), hmotnosti 1000 zrn (9,8 %) a sklizňového indexu (7,7 %) (tab. I). Z korelační analýzy mezi výnosovými údaji jednotlivých ročníků vyplynulo, že jsou přesnější u samostatné infekční varianty než při stanovení procentní redukce ve vztahu k variantě kontrolní. Svědčí o tom korelační koeficienty, které byly u infekční varianty, s výjimkou hmotnosti biomasy a hmotnosti zrna na klas v letech 1992–1993, ve všech případech statisticky významné nebo vysoce významné (tab. II). Obdobné výsledky obdrželi Š í p et al. (1995) u výzkumu

I. Průměrné hodnoty sledovaných charakteristik v infekční variantě pokusů (I) a procentní redukce ve strovnání s kontrolou  $[100 - (I/K) \cdot 100]$  u testované pšenice jarní – Average values of the studied traits in the infection variant of trials (I) and percent reductions  $[100 - (I/K) \cdot 100]$ ; (K = uninfected variant) obtained in spring wheat

|     | 1992   |                         | 1993   |                         | 1994   |                         | $\bar{x}$<br>(1992, 1993, 1994) |                         |
|-----|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|     | I      | $100 - (I/K) \cdot 100$ | I      | $100 - (I/K) \cdot 100$ | I      | $100 - (I/K) \cdot 100$ | I                               | $100 - (I/K) \cdot 100$ |
| VYR | 71,67  | 11,39                   | 67,53  | 3,12                    | 68,82  | 7,39                    | 69,34                           | 7,30                    |
| PKR | 4,12   | 11,70                   | 4,85   | 3,59                    | 4,65   | 2,69                    | 4,54                            | 3,60                    |
| HZK | 1,249  | 37,42                   | 0,989  | 37,44                   | 1,082  | 23,25                   | 1,11                            | 32,70                   |
| HTZ | 37,21  | 14,39                   | 39,10  | 13,89                   | 34,61  | 1,27                    | 36,97                           | 9,85                    |
| HZP | 276,80 | 48,47                   | 300,00 | 34,51                   | 317,28 | 25,03                   | 298,03                          | 36,00                   |
| HBP | 763,34 | 43,75                   | 743,72 | 27,36                   | 803,29 | 21,85                   | 770,12                          | 30,99                   |
| HSP | 475,63 | 40,70                   | 441,25 | 22,10                   | 482,5  | 19,68                   | 466,46                          | 27,49                   |
| HI  | 0,362  | 8,68                    | 0,402  | 10,15                   | 0,394  | 4,28                    | 0,386                           | 7,70                    |
| SH  | 5,71   |                         | 5,92   |                         | 5,56   |                         | 5,73                            |                         |
| SI  | 2,59   |                         | 2,82   |                         | 2,57   |                         | 2,66                            |                         |

Vysvětlivky pro tab. I–III – Explanation for Tables I–III

VYR = výška rostliny (cm) – plant height (cm)

PKR = počet klaůs na rostlinu – ear number per plant

HZK = hmotnost zrna na klas (g) – grain weight per ear (g)

HTZ = hmotnost tisíce zrn (g) – thousand grain weight (g)

HZP = hmotnost zrna na plochu ( $\text{g/m}^2$ ) – grain yield ( $\text{g/m}^2$ )

HBP = hmotnost biomasy na plochu ( $\text{g/m}^2$ ) – biomass yield ( $\text{g/m}^2$ )

HSP = hmotnost slámy ( $\text{g/m}^2$ ) – straw yield ( $\text{g/m}^2$ )

HI = sklizňový index – harvest index

SH = symptomatické hodnocení 1–9 (1 – bez symptomů) – symptom score 1–9 (1 – without symptoms)

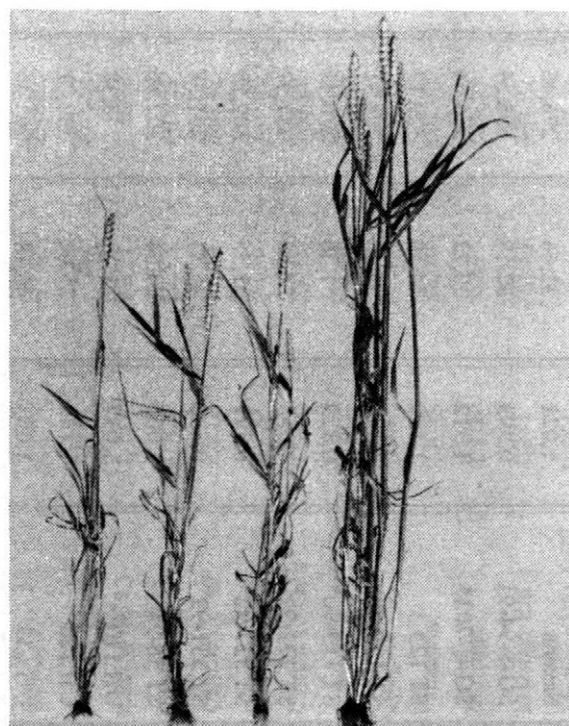
SI = index náchylnosti – susceptibility index

vlivu BYDV na výnosové a další znaky u pšenice ozimé. Relativní hodnoty redukce znaků však byly u pšenice ozimé nižší. To by v rozporu s výsledky jiných autorů znamenalo, že pšenice jarní je virem poškozována mírněji než ozimá. Tento rozpor lze vysvětlit tím, že zkoumaný soubor pšenice jarní obsahoval větší počet genotypů s vyšší hladinou odolnosti.

II. Korelace znaků u testovaného souboru odrůd mezi jednotlivými ročníky (I = infekční varianta;  $100 - (I/K) \cdot 100$  = procentní redukce) – Correlations between the trait values of the tested varieties in different years (I = infection variant;  $100 - (I/K) \cdot 100$  = percent reduction from uninfected variant)

|     | I         |           |           | 100 - (I/K).100 |           |           |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|
|     | 1992–1993 | 1992–1994 | 1993–1994 | 1992–1993       | 1992–1994 | 1993–1994 |
| HZK | 0,381     | 0,489*    | 0,827**   | 0,619**         | 0,284     | 0,618**   |
| HTZ | 0,848**   | 0,879**   | 0,855**   | 0,640**         | 0,620**   | 0,772**   |
| HZP | 0,508*    | 0,599**   | 0,730**   | 0,702**         | 0,417*    | 0,334     |
| HBP | 0,273     | 0,602**   | 0,696**   | 0,572*          | 0,393     | 0,308     |
| HI  | 0,723**   | 0,683**   | 0,513*    | 0,562*          | 0,483*    | 0,002     |
| SH  | 0,623**   | 0,248     | 0,613**   |                 |           |           |
| SI  | 0,595**   | 0,677**   | 0,776**   |                 |           |           |

Z výsledků testování vyplynulo, že v sortimentu pšenice jarní uvedeného v Listině povolených odrůd není žádná, kterou by bylo možné zařadit do kategorie odolných (tab. III). Nejlepší z nich, Sandra a Saxana, které mají po-



1. Symptomatický projev infekce BYDV u náchylné odrůdy Jara; vpravo zdravá rostlina – Symptoms of BYDV infection in susceptible variety Jara; uninfected plant on the right

III. Průměrné hodnoty prvků HZP, HZK, HI, SH, SI u souboru testovaných odrůd v infekční variantě (I) a procentní redukce proti neinfikované kontrole  $[100 - (I/K) \cdot 100]$  – Average values of the traits in the infected variant (I) and as percent reduction from uninfected variant  $[100 - (I/K) \cdot 100]$

| Odrůda <sup>1</sup>    | HZK   |                         | HZP    |                         | HI    |                         | SH   | SI   |
|------------------------|-------|-------------------------|--------|-------------------------|-------|-------------------------|------|------|
|                        | I     | $100 - (I/K) \cdot 100$ | I      | $100 - (I/K) \cdot 100$ | I     | $100 - (I/K) \cdot 100$ |      |      |
| Jara                   | 0,690 | 59,17                   | 195,00 | 54,89                   | 0,317 | 14,95                   | 7,23 | 4,72 |
| Linda                  | 0,968 | 32,98                   | 313,13 | 36,10                   | 0,376 | 8,49                    | 6,37 | 3,19 |
| Maja                   | 0,936 | 50,16                   | 236,46 | 53,52                   | 0,358 | 14,55                   | 6,93 | 3,54 |
| Sandra                 | 0,968 | 33,74                   | 272,08 | 33,81                   | 0,390 | 6,80                    | 6,20 | 3,05 |
| Saxana                 | 1,021 | 32,66                   | 276,46 | 42,13                   | 0,386 | 6,62                    | 6,03 | 2,98 |
| SG-S-94-91             | 0,993 | 32,18                   | 358,54 | 33,76                   | 0,381 | 10,80                   | 6,00 | 3,07 |
| SG-U-7035              | 1,312 | 30,22                   | 356,04 | 35,75                   | 0,398 | 2,63                    | 5,43 | 1,90 |
| ST 125                 | 1,130 | 34,50                   | 329,17 | 25,30                   | 0,407 | 6,78                    | 5,33 | 2,33 |
| ST 127-89*             | 0,741 | 55,18                   | 204,31 | 61,69                   | 0,353 | 17,91                   | 7,25 | 4,18 |
| ST 153-90*             | 0,829 | 51,26                   | 270,41 | 51,38                   | 0,353 | 17,81                   | 7,00 | 3,88 |
| ST 271-92 <sup>+</sup> | 1,093 | 24,50                   | 321,92 | 34,82                   | 0,406 | 3,47                    | 5,90 | 2,46 |
| ST 327-92 <sup>+</sup> | 0,999 | 32,35                   | 309,29 | 33,52                   | 0,384 | 8,73                    | 5,65 | 2,90 |
| ST 331-92 <sup>+</sup> | 0,830 | 45,33                   | 261,58 | 42,39                   | 0,369 | 15,05                   | 6,30 | 3,63 |
| ST 36-91               | 1,005 | 34,54                   | 307,50 | 33,60                   | 0,390 | 9,18                    | 6,13 | 2,84 |
| UH 110 <sup>+</sup>    | 1,037 | 31,52                   | 248,38 | 45,41                   | 0,411 | 4,87                    | 6,45 | 2,66 |
| UH 126                 | 1,145 | 35,02                   | 300,21 | 40,99                   | 0,390 | 7,89                    | 5,37 | 2,55 |
| UH 633*                | 1,093 | 46,14                   | 263,44 | 48,18                   | 0,368 | 16,48                   | 7,00 | 2,99 |

|                              |       |        |        |        |       |        |      |      |
|------------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|------|------|
| UH 7005                      | 1,174 | 29,11  | 331,88 | 32,44  | 0,386 | 4,61   | 5,17 | 2,38 |
| UH 7017*                     | 1,134 | 49,87  | 294,22 | 46,54  | 0,344 | 17,23  | 6,35 | 2,99 |
| CIMMYT 12                    | 1,090 | 27,65  | 273,13 | 29,33  | 0,381 | 6,98   | 4,48 | 2,65 |
| CIMMYT 13                    | 1,137 | 28,21  | 299,79 | 23,13  | 0,398 | 4,24   | 4,93 | 2,33 |
| CIMMYT 15                    | 1,767 | 12,83  | 405,21 | 20,51  | 0,413 | 1,22   | 5,03 | 0,30 |
| CIMMYT 49                    | 1,207 | 27,74  | 280,42 | 35,90  | 0,406 | 1,87   | 4,87 | 2,13 |
| CIMMYT 55                    | 1,300 | 30,36  | 275,00 | 45,57  | 0,377 | 14,55  | 5,73 | 2,26 |
| CIMMYT 102*                  | 0,861 | 33,48  | 240,88 | 34,05  | 0,382 | 8,29   | 7,00 | 3,68 |
| CIMMYT 82*                   | 0,951 | 34,28  | 272,16 | 37,16  | 0,373 | 7,80   | 6,00 | 3,29 |
| Dragon <sup>+</sup>          | 0,826 | 33,45  | 327,50 | 19,23  | 0,362 | 5,47   | 5,70 | 3,61 |
| Frontana <sup>+</sup>        | 0,858 | 16,99  | 309,77 | 23,19  | 0,328 | 9,35   | 5,15 | 3,74 |
| Maringa <sup>+</sup>         | 1,216 | 4,61   | 326,99 | 2,10   | 0,352 | -0,78  | 3,85 | 2,29 |
| Maringa Rht 1 <sup>+</sup>   | 1,271 | -22,03 | 367,22 | -23,63 | 0,408 | -11,28 | 3,75 | 1,60 |
| Maringa Rht 1+2 <sup>+</sup> | 0,961 | -4,02  | 392,79 | -40,31 | 0,416 | -9,89  | 2,85 | 2,28 |
| Maringa Rht 2 <sup>+</sup>   | 1,132 | 14,02  | 411,14 | 3,17   | 0,401 | -0,38  | 3,35 | 2,00 |
| Maringa Rht 3 <sup>+</sup>   | 1,000 | 9,73   | 305,53 | -8,72  | 0,435 | -6,73  | 2,85 | 1,99 |

Materiály zkoušené 2 roky – Varieties tested in two years \*1992, 1993; <sup>+</sup>1993, 1994

<sup>1</sup>variety

CIMMYT 12 = POY/CHRC“S“/3/AU 48301/BOW„S“

CIMMYT 15 = VEE “S“/TRAPI

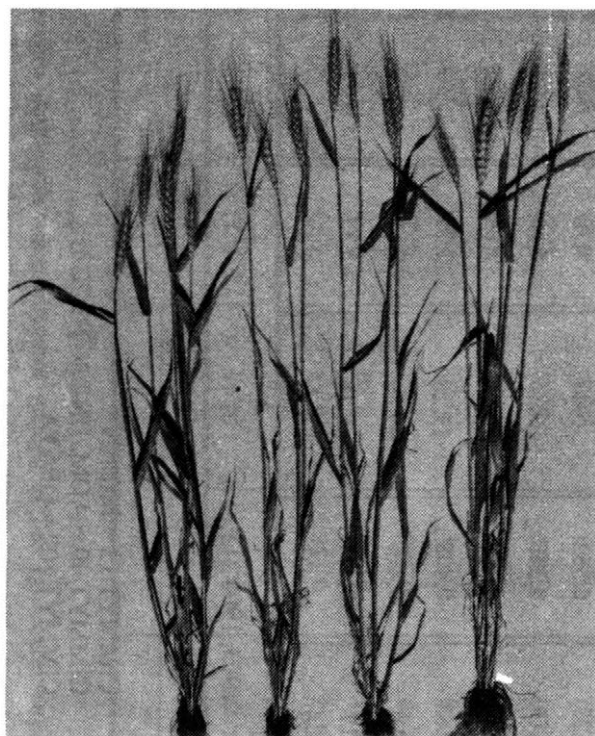
CIMMYT 55 = FCT „S“

CIMMYT 98 = BOW“S“

CIMMYT 13 = MILAN

CIMMYT 49 = ADM//HN4/3GTO/7C/B .....

CIMMYT 102 = OPATA



2. Symptomatický projev infekce BYDV u odolné odrůdy Maringá Rht 1; vpravo rostlina zdravá – Symptoms of BYDV infection in susceptible variety Maringá Rht 1; uninfected plant on the right

někud nižší index náchylnosti než zbývající odrůdy, patří do skupiny mírně náchylných odrůd. Odrůda Jara (obr. 1) s vysokou redukcí výnosových znaků, symptomatickým hodnocením 7,23, vyúsťujících do indexu náchylnosti s hodnotou 4,72 náleží do kategorie s nízkou až velmi nízkou hladinou odolnosti.

Jak je patrné z tab. I, mezi mírně odolné materiály můžeme zařadit novošlechtění ST 125, ST 271-92, UH 126 a UH 7005 s odpovídající hodnotou hlavního parametru – indexu náchylnosti. Tuto hladinu odolnosti poněkud převyšuje novošlechtění SG-U-7035, u kterého byl zaznamenán index náchylnosti menší než 2. Ostatní novošlechtění lze ohodnotit jako mírně náchylné, i když v prvním roce testování patřily svou mírnou reakcí na infekci mezi materiály nadějně. Třicet osm českých novošlechtění a odrůd zahraničního původu bylo pro silnou náchylnost vyloučeno ze zkoušek po prvním roce testování.

Jako nejlepší ze zdrojů odolnosti k BYDV kolekce CIMMYT byl vyhodnocen materiál VEE“S“/TRAP 1, který indexem náchylnosti 0,30 odpovídal kategorii silně odolný (tab. III). Mezi mírně rezistentní materiály ze zmíněné kolekce patří odrůdy a linie č. 13, 49, 55, které měly index náchylnosti menší



než 2,5. Zbývající materiály se překvapivě ukázaly jako mírně náchylné až náchylné, ačkoliv byla u nich deklarována odolnost. Tuto okolnost lze vysvětlit tím, že zmíněné materiály byly v testech rezistence původně infikovány mírnějším izolátem BYDV, než jsme použili k infekci v našich pokusech.

Poměrně vysoká hladina odolnosti k BYDV byla zaznamenána u brazilské odrůdy Maringá a u izogenních linií této odrůdy obsahujících geny *Rht 1*, *2*, *1+2* a *3* (indexy náchylnosti 1,60–2,29) (obr. 2). Rodičovská odrůda Frontana s genem rezistence *Bdv 1* však překvapivě vyšší hladinu rezistence postrádala.

Výsledky, které jsme ve svých pokusech získali ukazují, že v našem sortimentu pšenice jarní chybí materiály s vyšší hladinou rezistence. Vzhledem k hospodářské závažnosti BYDV, jehož škodlivost bude v budoucnu vzrůstat, je nanejvýš žádoucí cílené šlechtění pšenice jarní na odolnost vůči tomuto patogenu. Potřebné zdroje rezistence jsou k dispozici u nás i na zahraničních pracovištích, kde šlechtění na odolnost intenzivně probíhá.

### L i t e r a t u r a

- BURNETT, P. A.: Preface. In: Barley Yellow Dwarf. A Proc. Workshop. CIMMYT. 1984: 6–13.
- COMEAU, A.: Aphids rearing and screening methods for resistance to barley yellow dwarf virus in cereals. In: Barley Yellow Dwarf, A Proceedings of the Workshop, CIMMYT, 1984: 60–71.
- COMEAU, A. – St. PIERRE, C. A.: Trials on the resistance of cereals to barley yellow dwarf virus (BYDV). Report No. 4, Quebec, Canada, Res. Sta., Agric. Canada, Sainte-Foy 1982.
- SCHALLER, C. W. – QUALSET, C. O.: Breeding for resistance to barley dwarf virus. In: Proc. Third Int. Wheat Conf., Madrid, Spain University of Nebraska Agric. Experiment. Station, public. MP 41, 1980: 528–541.
- SCHMELZER, K. – SPAAR, D.: Die virusbedingte Gelbverzwergung - eine gefährliche Krankheit unserer Getraidearten. Merkbl. Pfl.-Schutz., 8, 1974: 10.
- SINGH, R. P. – BURNETT, P. A. – ALBARRÁN, M. – RAJARAM, S.: Bdv 1: a gene for tolerance to barley yellow dwarf virus in bread wheats. Crop Sci., 33, 1993: 231–234.
- SLYKHUIS, J. T.: Virus diseases of cereals. Rev. appl. Mycol., 46, 1967: 401–429.
- ŠÍP, V. – VACKE, J. – ŠKORPÍK, M.: Reakce českých a slovenských odrůd pšenice ozimé na infekci virem žluté zakrslosti ječmene. Genet. a Šlecht., 31, 1995: 253–266.

- ŠÍP, V. – VACKE, J. – ŠKORPÍK, M. – DOTLAČIL, L.: Indicators of resistance to barley yellow dwarf virus in wheat and oats. In: Symp. Prospectives of Cereal Breeding in Europe, EUCARPIA, 1994, Landquart, Switzerland 1994: 133-134.
- TOLA, J. E. – KRONSTAD, W. E.: The genetics of resistance to barley yellow dwarf virus in wheat. In: Barley Yellow Dwarf, Proc. Workshop., CIMMYT 1984: 83-92.
- VACKE, J.: Výskyt viru žluté zakrslosti ječmene na ozimých obilovinách. In: Sbor. Ref. XI. českoslov. Konf. Ochr. Rostl., Nitra 1988: 203-204.
- VACKE, J.: Výskyt virů na obilovinách a jejich škodlivost. In: Aktuální problémy ochrany polních plodin. Praha 1991: 100-109.

Došlo 3. 5. 1996

---

*Kontaktní adresa:*

Ing. Josef Vacke, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby,  
161 26 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/360 851, fax: 02/365 228

## SLADOVNICKÁ KVALITA ODRŮD A NOVOŠLECHTĚNÍ JEČMENE OZIMÉHO

### Malting Quality of Winter Barley Varieties and Advanced Breeding Lines

Jaroslav ŠPUNAR, Jaroslav OBORNÝ, Marie ŠPUNAROVÁ, Kateřina VACULOVÁ

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

**Abstract:** Analysis of malting quality parameters was based on experiments with selected winter barley varieties and advanced breeding lines and the spring barley varieties Rubin and Akcent used as standards of high malting quality. From the tested two-row barleys similar malting quality parameters as in the standards were determined in the varieties Tiffany and Angora. Perspective from this point of view is also the breeding line KM 774. Six-row varieties Okál and Kromoz have not reached minimal parameters of malting barleys. Even if some two-row winter barley varieties proved to be of good malting quality, it is necessary to estimate their practical utilization carefully from the point of view of winter-hardiness. The trials were carried out in the years with very mild winters.

winter barley; spring barley; breeding; malting quality

**Abstrakt:** Byla prováděna analýza vybraných odrůd a novošlechtění ječmene ozimého na komplexní znaky sladovnické kvality ve srovnání se standardními sladovnickými odrůdami ječmene jarního Rubin a Akcent. Ze sledovaného souboru prokázaly zlepšené hodnoty sladovnické kvality pouze některé typy dvouřadých ječmenů ozimých – Tiffany a Angora. Perspektivní je z tohoto hlediska též vlastní novošlechtění KM 774. Šestiřadé ozimé odrůdy Kromoz a Okál nedosáhly minimálních kvalitativních parametrů. Přestože byla zjištěna u dvouřadých ozi-mých typů dobrá sladovnická kvalita, je třeba přistupovat k jejich rozšiřování v praxi obezřetně po prověření zimovzdornosti, neboť pokusy proběhly v letech s velmi mírnými zimami.

ječmen ozimý; ječmen jarní; šlechtění; sladovnická kvalita

Jarní sladovnický ječmen je v České republice systematicky šlechtěn více než 120 let. Šlechtění ječmene ozimého pro sladovnické účely bylo limitováno především jeho nižší zimovzdorností. Kromě toho dvouřadé ječmeny ozi-

mé mají na základě genetických analýz nižší zimovzdornost než šestiřadě (Hayes, Blake, 1991). V našich půdních a klimatických podmínkách to potvrdili Špunar et al. (1992). Rozhodujícím důvodem pro rozšiřování ječmene ozimého v Evropě je jeho vyšší výnosový potenciál proti ječmeni jarnímu (o 20–30 %) (Sage, 1994; Schildbach, Burbridge, 1993). V České republice jsou tyto rozdíly menší a představují 10–15 % (Špunar et al. 1992).

V souladu s všeobecně rozšířeným názorem je ječmen ozimý pokládán za krmný a ječmen jarní za sladovnický (Vaculová et al. 1994). S postupným rozšiřováním ječmene ozimého dvouřadého typu se však pohled na dosavadní využití zrna může výrazně změnit. Podle závěrů, ke kterým dospěl Madre (1995), mají vzhledem k celosvětově se měnícím klimatickým podmínkám (snížené množství srážek, změny v ozonové vrstvě apod.) dvouřadé ječmeny ozimé díky své ranosti v období dozrávání větší šanci k dosažení dobrých sladovnických parametrů než ječmeny jarní.

## MATERIÁL A METODY

Pokusy s ječmenem jarním a ozimým byly založeny na pozemcích ZVÚ Kroměříž, s.r.o.

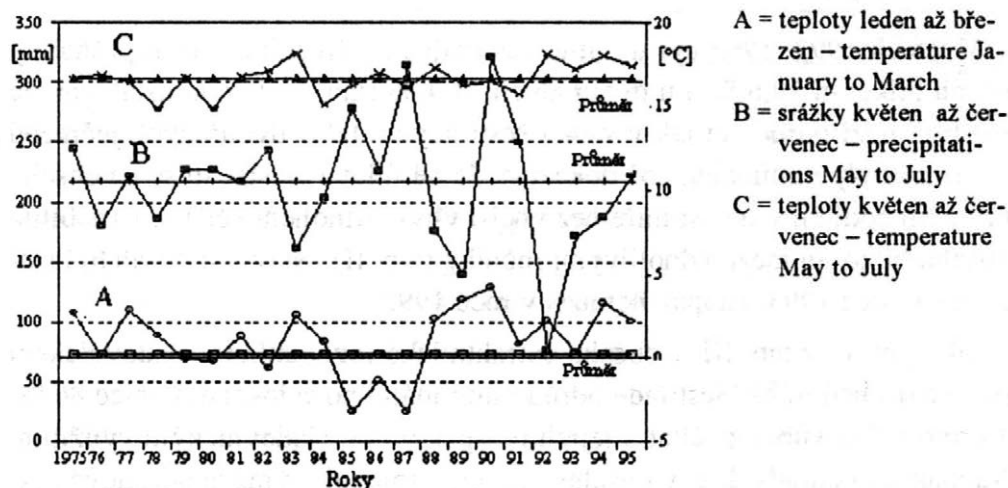
Ječmen ozimý byl pěstován v letech 1992–1995 po předplodině řepce ozimé. Termín výsevu byl každoročně v období 23. až 27. září při základním hnojení provedeném na podzim v dávce 30 kg N, 54 kg P a 40 kg K a ošetření herbicidy na jaře běžnými přípravky, které byly doporučeny metodikou ochrany rostlin. Ošetření fungicidy a regulátory růstu proti polehnutí nebylo provedeno.

Ječmen jarní byl pěstován po předplodině cukrovce. Před setím bylo hnojeno 20 kg N, 54 kg P, 60 kg K. Ošetření herbicidy bylo provedeno běžnými přípravky, které byly doporučeny metodikou ochrany rostlin. Ošetření fungicidy se neprovádělo.

Všechny odrůdy byly pěstovány ve znáhodněných blocích à 10 m<sup>2</sup> ve čtyřech opakováních. Sladovnická kvalita byla stanovena ve Výzkumném ústavu sladařském v Brně podle mezinárodně platných metodik Evropské pivovarské konvence (EBC).

Výsledky byly vyhodnoceny analýzou variance (program Statgraphic 5.0) a vzájemné difference analýzou podle Tuckeye.

Srovnání průběhu teplot a srážek za období 1975–1995 s dlouholetým normálem vyjadřuje obr. 1.



1. Průběh teplot a srážek v Kroměříži 1975–1995 (průměr = 1900–1950) – Course of temperatures and precipitations in Kroměříž 1975–1995 (average = 1900–1950)

### Charakteristika odrůd

1. Šestiřadý ječmen ozimý byl reprezentován odrůdami Okál a Kromoz, které jsou v současné době standardními odrůdami a vyznačují se vysokým stabilním výnosem, odolností k poléhání a uspokojivou rezistencí k nejrozšířenějším houbovým chorobám.
2. Dvouřadý ječmen ozimý reprezentovaly odrůdy:
  - Marinka, Monaco a Marna, v současné době nejvýnosnější a nejstabilnější odrůdy českého sortimentu;
  - Angora – sladovnická odrůda zkoušená v roce 1996 třetím rokem ve Státních odrůdových zkouškách ČR, která je uznávána jako sladovnická Evropskou pivovarskou konvencí a je povolena v současné době v Německu, Dánsku a Itálii;
  - Tiffany (v roce 1994 zkoušená pod označením Laguna) – sladovnická odrůda s předpokladem ukončení Státních odrůdových zkoušek v roce 1998;
  - KM 774 – novošlechtění zkoušené v mezistaniční zkouškách 1994 až 1996.
3. Dvouřadý ječmen jarní reprezentovaly odrůdy Akcent a Rubín, standardní sladovnické odrůdy.

## VÝSLEDKY

### Kvalita a její parametry

V letech 1992–1995 byl u odrůd šestiřadých ječmenů dosažen průměrný obsah bílkovin 10,6 % a u dvouřadých 11,4 % (tab. I). Lze konstatovat, že rozdíly mezi odrůdami jak v rámci šestiřadých, tak i dvouřadých ječmenů ozimých byly minimální, což dokazuje, že odrůdové vlastnosti se na obsahu bílkovin podílejí v menší míře než vnější vlivy. Mnohem větší je variabilita obsahu bílkovin mezi jednotlivými ročníky (tab. II). Nejvyšší obsah byl stanoven v roce 1993, naopak nejnižší v roce 1992.

Jak vyplývá z tab. III, v obsahu extraktu jako rozhodujícím sladovnickém parametru nedosáhly šestiřadě odrůdy minimální požadované hranice 80 %, a proto nelze vůbec počítat s jejich perspektivním sladovnickým využitím. Naopak u dvouřadých se v obsahu extraktu projevují výrazné odrůdové rozdíly. V rámci tohoto typu se dá hovořit o dvouřadých nesladovnických, ale i o vysloveně sladovnických odrůdách (Angora, Tiffany), které jsou po stránce extraktu na úrovni jarních sladovnických odrůd (Rubín, Akcent).

Z podrobnější analýzy dalších kvalitativních parametrů (tab. IV) vyplývá, že i v nich se studované odrůdy projevovaly diferencovaně. Opět bylo možné vybrat odrůdy s velmi nízkou úrovní sladovnických parametrů, ale na druhé straně i odrůdy s kvalitou na úrovni standardních jarních sladovnických ječmenů. V Kolbachově čísle převyšovaly průměr kontrolních odrůd hodnoty u KM 774 o 4,9 %, u odrůdy Tiffany o 3,0 % a u odrůdy Angora o 0,5 %. V dalším významném znaku, kterým je dosažitelný stupeň prokvašení, dosáhly odrůdy ječmene ozimého hodnot vyšších o 1,6 až 2,4 %. V diastatické mohutnosti odrůda Angora převyšuje kontrolní odrůdy o 43 jednotek W. K., Tiffany o 8 jednotek, ale u KM 774 bylo zaznamenáno snížení o 132 jednotek W. K. Výjimkou je obsah relativního extraktu, ve kterém byly odrůdy ječmene ozimého horší proti průměru sladovnických kontrolních odrůd o 1,7 až 9,5 %, pouze linie KM 774 dosáhla hodnoty srovnatelné s odrůdou Rubín.

Po souhrnném posouzení všech jakostních znaků se jednoznačně z odrůd ječmene ozimého na prvním místě umístila odrůda Tiffany, za ní následovala odrůda Angora a novošlechtění KM 774. Tyto materiály jsou na úrovni ječmenů jarních zastoupených nejvyššími odrůdami Rubín a Akcent.



I. Analýza obsahu bílkovin šestiřadých a dvouřadých ječmenů ozimých v % (Kroměříž, 1992 až 1995) – Analysis of protein content of six-row and two-row winter barleys in % (Kroměříž, 1992–1995)

| Odrůda <sup>1</sup>                  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | Průměr <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| Šestiřadé ječmeny ozimé <sup>3</sup> |       |       |       |       |                     |
| Okál                                 | 8,40  | 12,90 | 10,30 | 10,30 | 10,40               |
| Kromoz                               | 8,80  | 13,80 | 9,40  | 9,70  | 10,50               |
| Kamil                                | 9,80  | 13,60 | 10,10 | 10,10 | 11,90               |
| Průměr                               | 9,00  | 13,43 | 9,93  | 10,03 | 10,60               |
| Dvouřadé ječmeny ozimé <sup>4</sup>  |       |       |       |       |                     |
| Marinka                              | 9,80  | 12,00 | 10,20 | 12,40 | 11,10               |
| Monaco                               | 9,30  | 13,90 | 10,60 | 12,80 | 11,60               |
| Marna                                | 10,00 | 12,40 | 11,30 | 12,40 | 11,50               |
| Průměr                               | 9,70  | 12,77 | 10,70 | 12,50 | 11,40               |

<sup>1</sup>variety; <sup>2</sup>mean; <sup>3</sup>six-row winter barley; <sup>4</sup>two-row winter barley

Odrůda Tiffany a Angora potvrdily výsledky v obou letech a ve všech znacích, novošlechtění KM 774 bylo ověřované pouze v jednom roce.

II. Analýza variance obsahu bílkovin v zrně – Analysis of variance for protein content

| Zdroj proměnlivosti <sup>1</sup> | SS      | df | MS      | F      | Průkaznost <sup>2</sup> |
|----------------------------------|---------|----|---------|--------|-------------------------|
| Variety <sup>3</sup>             |         |    |         |        |                         |
| A: KVALI.ODRŮDA <sup>4</sup>     | 5,2937  | 5  | 1,0587  | 1,384  | 0,2854                  |
| B: KVALI.ROK <sup>5</sup>        | 46,0746 | 3  | 15,3582 | 20,071 | 0,0000                  |
| Chyba <sup>6</sup>               | 11,4779 | 15 | 0,7652  |        |                         |
| Celkem <sup>7</sup>              | 62,8462 | 23 |         |        |                         |

<sup>1</sup>source of variation; <sup>2</sup>significant level; <sup>3</sup>main effects; <sup>4</sup>variety; <sup>5</sup>year; <sup>6</sup>residual; <sup>7</sup>total (corrected)

## DISKUSE

Dosažené výsledky jsou v souladu se zjištěním, které popsal Schildbach (1994). Ten potvrdil, že ve střední a západní Evropě včetně Britských ostrovů jsou příznivé půdní a klimatické podmínky pro pěstování jak ozimých, tak jarních sladovnických ječmenů. Rovněž Back et al. (1995) uvá-

III. Analýza obsahu extraktu šestiřadých a dvouřadých odrůd ječmene ozimého a jarního v % (Kroměříž, 1994–1995) – Analysis of extract content of six-row, two-row winter and spring barley varieties in % (Kroměříž, 1994–1995)

| Odrůda <sup>1</sup>                               | 1994  | 1995  | Průměr <sup>1)</sup> |
|---------------------------------------------------|-------|-------|----------------------|
| Šestiřadé odrůdy ječmene ozimého <sup>2</sup>     |       |       |                      |
| Okál                                              | 78,20 | 78,10 | 78,47 <sup>ab</sup>  |
| Kromoz                                            | 79,10 | 79,20 | 78,72 <sup>abc</sup> |
| Kamil                                             | 79,00 | 79,00 | 78,37 <sup>abc</sup> |
| Průměr <sup>5</sup>                               | 78,77 | 78,77 | 78,53                |
| Dvouřadé odrůdy ječmene ozimého <sup>3</sup>      |       |       |                      |
| Marinka                                           | 80,60 | 79,00 | 79,95 <sup>bcd</sup> |
| Monaco                                            | 79,30 | 78,00 | 79,00 <sup>abc</sup> |
| Marna                                             | 78,20 | 76,80 | 77,82 <sup>a</sup>   |
| Angora                                            | 81,50 | 81,20 | 81,35 <sup>de</sup>  |
| Tiffany                                           | 83,10 | 81,10 | 82,10 <sup>e</sup>   |
| Průměr                                            | 80,54 | 79,22 | 80,04                |
| Odrůdy sladovnického ječmene jarního <sup>4</sup> |       |       |                      |
| Rubín                                             | 80,80 | 80,40 | 80,60 <sup>cde</sup> |
| Akcent                                            | 80,80 | 80,00 | 80,40 <sup>cde</sup> |
| Průměr                                            | 80,80 | 80,20 | 80,50                |

<sup>1)</sup>rozdílná písmena ve sloupci značí průkaznou diferenci ( $P < 0,05$ ) – different letters in the column indicate the significant difference ( $P < 0.05$ )

<sup>1</sup>variety; <sup>2</sup> six-row winter barley; <sup>3</sup>two-row winter barley; <sup>4</sup>variety of malting spring barley; <sup>5</sup>mean;

dějí, že odrůda Angora zaznamenala výrazné zlepšení sladovnických parametrů, zvláště zvýšení obsahu extraktu a snížení obsahu bílkovin. I další sledovaná novošlechtění dvouřadých ječmenů ozimých dávají perspektivu zlepšení kvalitativních sladovnických parametrů (Fuchs, 1993). Za největší jakostní problém u ječmenů ozimých je v současnosti pokládán vysoký obsah  $\beta$ -glukanů a s tím spojená horší filtrovatelnost piva (Narziss, 1993).

Výsledky dosažené z pokusů založených v Kroměříži, ale i veškerá srovnání se zahraničními poznatky je nutné posuzovat v kontextu s průběhem povětrnostních podmínek. Jak vyplývá z obr. 1, byl zvláště v posledních pěti letech průběh zim ve srovnání s dlouhodobým normálem mírnější, spíše pří-

IV. Srovnání sladovnických parametrů odrůd ozimého a jarního ječmene (Kroměříž, 1994–1995) – Comparison of malting parameters of winter and spring barley varieties (Kroměříž, 1994–1995)

| Odrůda <sup>1</sup>                               | Země <sup>2</sup> | A    | B <sup>1)</sup>     | C                  | D                 | E                 | F                 |
|---------------------------------------------------|-------------------|------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Šestiradé odrůdy ječmene ozimého <sup>3</sup>     |                   |      |                     |                    |                   |                   |                   |
| Okál                                              | CZ                | 40,9 | 27,8 <sup>a</sup>   | 81,3 <sup>ab</sup> | 315 <sup>ab</sup> | 32,8 <sup>a</sup> | 59 <sup>b</sup>   |
| Kromoz                                            | CZ                | 41,9 | 29,3 <sup>ab</sup>  | 81,3 <sup>ab</sup> | 325 <sup>ab</sup> | 36,0 <sup>a</sup> | 65 <sup>abc</sup> |
| Průměr <sup>6</sup>                               |                   | 41,4 | 28,5                | 81,3               | 320               | 34,4              | 62                |
| Dvouřadé odrůdy ječmene ozimého <sup>4</sup>      |                   |      |                     |                    |                   |                   |                   |
| Marinka                                           | NL                | 47,1 | 39,4 <sup>ef</sup>  | 80,2 <sup>a</sup>  | 215 <sup>a</sup>  | 42,2 <sup>b</sup> | 62 <sup>abc</sup> |
| Monaco                                            | F                 | 48,1 | 33,6 <sup>bcd</sup> | 80,8 <sup>ab</sup> | 320 <sup>ab</sup> | 35,3 <sup>a</sup> | 62 <sup>abc</sup> |
| Marna                                             | F                 | 50,7 | 30,3 <sup>abc</sup> | 80,5 <sup>a</sup>  | 400 <sup>b</sup>  | 31,2 <sup>a</sup> | 49 <sup>a</sup>   |
| Tiffany                                           | D                 | 50,7 | 38,9 <sup>def</sup> | 83,3 <sup>b</sup>  | 365 <sup>b</sup>  | 46,7 <sup>b</sup> | 79 <sup>bc</sup>  |
| Angora                                            | D                 | 46,8 | 35,7 <sup>cde</sup> | 83,0 <sup>ab</sup> | 400 <sup>b</sup>  | 44,2 <sup>b</sup> | 61 <sup>abc</sup> |
| Průměr                                            |                   | 49,6 | 36,9                | 81,7               | 320               | 41,3              | 66                |
| KM 774*                                           | CZ                | 54,4 | 43,5                | 82,5               | 225               | 48,6              | 83                |
| Odrůdy sladovnického ječmene jarního <sup>5</sup> |                   |      |                     |                    |                   |                   |                   |
| Rubín                                             | CZ                | 40,8 | 43,2 <sup>fg</sup>  | 80,9 <sup>ab</sup> | 352 <sup>ab</sup> | 44,6 <sup>b</sup> | 81 <sup>c</sup>   |
| Akcent                                            | CZ                | 40,8 | 47,3 <sup>g</sup>   | 80,7 <sup>ab</sup> | 362 <sup>ab</sup> | 42,9 <sup>b</sup> | 81 <sup>c</sup>   |
| Průměr                                            |                   | 40,8 | 45,2                | 80,8               | 357               | 43,7              | 81                |

\* výsledky pouze z 1 roku (1995), proto nebyly hodnoceny analýzou variance – results from 1 year (1995) – not evaluated in ANOVA analysis

<sup>1)</sup> rozdílná písmena ve sloupci značí průkaznou diferenci ( $P < 0,05$ ) – different letters in the column indicate the significant difference ( $P < 0,05$ )

A = hmotnost 1000 zrn (g) – weight of 1000 grains (g)

B = relativní extrakt při 45 °C (%) – relative extract at 45 °C (%)

C = konečný stupeň prokvašení (%) – final degree of attenuation (%)

D = diastatická mohutnost (jednotky W. K.) – diastatic power (W. K. units)

E = Kolbachovo číslo – Kolbach number

F = friabilita (%) – friability (%)

<sup>1</sup> variety; <sup>2</sup> country; <sup>3</sup> six-row winter barley; <sup>4</sup> two-row winter barley; <sup>5</sup> varieties of malting spring barley; <sup>6</sup> mean

mořského rázu. To zejména nahrává dvouřadým ozimým odrůdám, a naopak vyšší teploty a méně srážek v období květen až červenec jsou nevýhodou pro vývoj sladovnické jakosti u jarních odrůd. Je zřejmé, že návrat k více kontinentálnímu rázu klimatu by byl pro ozimý ječmen méně příznivý.

### Literatura

- BACK, W. – NARZIŠ, L. – SACHER, B. – KETTERER, M. – STICH, S. – BRAND, O.: Tests on winter barley from the 1992 harvest. In: Mschr. Brauwissenschaft. 48, 1995: 12–20.
- FUCHS, W.: Investigation of the malting quality of two-row winter barley. Arch. Acker-Pfl. Boden, 37, 1993: 247–255.
- HAYES, P. M. – BLAKE, T. K.: Genetic analysis of cold tolerance in winter barley. Barley Genet., VI, 1991: 258–260.
- MADRE, M.: Development of the cultivation and breeding of brewing barley in France. Bios boissons conditionnement, 26, 1995(7–8): 85–90.
- NARZIŠ, L.: Beta Glucan and filterability. Brauwelt, 5, 1993: 435–442.
- SCHILDBACH, R.: Malting barley worldwide. Brauwelt, 4, 1994: 292–310.
- SCHILDBACH, R. – BURBRIDGE, M.: Quality malting barley in the Federal Republic of Germany. Brauwelt, 5, 1993: 414–421.
- SAGE, G. C. M.: Status and future development of crop variety market in the UK. Ber. Arb., Gumpenstein 24.–24. November 1994: 49–58.
- ŠPUNAR, J. – OBORNÝ J. – MILOTA, V.: Srovnání hospodářsky důležitých znaků šestiřadého a dvouřadého ozimého ječmene. Rostl. Vyr., 38, 1992: 701–706.
- VACULOVÁ, K. – HEGER, J. – ŠPUNAR, J. – ŠPUNAROVÁ M.: Krmná hodnota a produkce zrna různých odrůd ječmene. Rostl. Vyr., 40, 1994: 935–948.

Došlo 30. 4. 1996

---

#### Kontaktní adresa:

Ing. Jaroslav Špunar, CSc., Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.,  
Havlíčková 2787, 767 41 Kroměříž, Česká republika, tel.: 0634/426 193,  
fax: 0634/227 25

**POROVNÁNÍ CITLIVOSTI KONVENČNÍ METODY TESTOVÁNÍ  
HOMOGENITY ODRŮD JEČMENE S METODOU SIGNÁLNÍCH GENŮ  
MANIFESTOVANÝCH POMOCÍ SGE A PAGE-ISTA**

**Comparison of the Sensitivity of a Conventional Method  
of Homogeneity Testing Barley Varieties with the Method  
of Signal Hordein Genes**

Jiří ČERNÝ, Antonín ŠAŠEK<sup>1</sup>, Jana BRADOVÁ<sup>1</sup>, Pavel PAŘIZEK<sup>2</sup>

Czech Agricultural University, Prague-Suchbát; <sup>1</sup>Research Institute of Plant  
Production, Prague; <sup>2</sup>Central Checking and Testing Institute of Agriculture, Brno,  
Czech Republic

**Abstract:** Sensitivity of a conventional UPOV method of determining variety homogeneity was compared with that of an electrophoretic method of hordein genetic markers by means of signal genes determining barley grain hordeins. Thirteen new breeds and varieties of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) were evaluated in total; they were included in the tests of distinctness, homogeneity and stability (D-U-S) by the Central Control and Testing Institute for Agriculture in Brno in 1994. Electrophoretic spectra of hordeins were determined by SGE (Sozinov, Popereľja, 1978; Šašek, Černý, 1983). Hordein allelic blocks were singled out according to Pomorčev et al. (1985). Parallel evaluation of homogeneity of the tested 13 new breeds and varieties of spring barley revealed the higher sensitivity and discriminative ability of electrophoresis of hordein genetic markers with respect to determination of homogeneity and/or genetic structure of assessed varieties and new breeds of barley.

spring barley (*Hordeum vulgare* L.), homogeneity, variety, electrophoresis (SGE), hordein

**Abstrakt:** Pomocí signálních genů determinujících hordeiny ječmenného zrna, byla porovnávána citlivost konvenční metody UPOV stanovení homogeneity odrůd s metodou elektroforézy hordeinových genetických markerů. Celkem bylo hodnoceno 13 nových šlechtění a odrůd ječmene jarního (*Hordeum vulgare* L.) zařazených ÚKZÚZ v Brně v roce 1994 do zkoušek odlišnosti, homogeneity a stálosti odrůd (D-U-S). Elektroforetická spektra hordeinů byla stanovena pomocí SGE (Sozinov, Popereľja, 1978; Šašek, Černý, 1983). Hordeinové alelické bloky byly vyčleněny metodou, kterou popsali Pomorčev et al. (1985). Paralelním hodnocením homogeneity testovaných

13 nových šlechtění a odrůd ječmene jarního byla zjištěna vyšší citlivost a rozlišovací elektroforézy hordeinových genetických markerů pro stanovení homogenity, resp. genetické struktury posuzovaných odrůd a nových šlechtění ječmene.

ječmen jarní (*Hordeum vulgare* L.); homogenita; odrůda; elektroforéza (SGE); hordeiny

Mezinárodní organizace ochrany práv šlechtitelů na odrůdy zemědělských plodin (UPOV) věnuje v posledních 15 letech značnou pozornost využití nových metod genetické analýzy založených na principu elektroforézy bílkovinných genetických markerů ve zkouškách odlišnosti, homogenity a stálosti odrůd. Tyto zkoušky jsou předpokladem nejen ochrany práv na odrůdy, ale jsou používány odrůdovým zkušebnictvím i pro registraci a povolení nových odrůd.

Konvenční zkoušky odlišnosti, homogenity a stálosti odrůd zakládané podle směrnic UPOV používají morfo-fyziologická kritéria, sledovaná během celé vegetace hodnocených odrůd, včetně posklizňových rozborů zralých rostlin. Tyto zkoušky jsou proto časově náročné.

Naproti tomu použití pro zkoušky odlišnosti, homogenity a stálosti odrůd bílkovinných signálních genů realizovaných elektroforézou odpovídajících bílkovin ve vzorku semen je charakterizováno krátkostí zkoušek (trvají prakticky několik dní), vysokou dědivostí použitých kritérií, tj. získaných elektroforetických bílkovinných spekter a genetickou interpretaci na úrovni jednotlivých použitých alel např. prolaminových genů obilnin.

Cílem naší práce bylo porovnání citlivosti a účinnosti konvenční metody testů homogenity (D-U-S) odrůd a nových šlechtění ječmene s metodou signálních hordeinových genů zjišťovaných pomocí elektroforetické separace hordeinových bílkovin zrna ječmene.

## MATERIÁL A METODY

Bylo hodnoceno 13 novošlechtění a odrůd ječmene jarního zařazených v roce 1994 ÚKZÚZ do zkoušek D-U-S pro registraci odrůd. Nová šlechtění jsou uváděna pod anonymním označením.

Pro elektroforetické analýzy byly použity ramšové vzorky odebrané z rezervy osiva použitého k založení testů D-U-S v roce 1994.



Z průměrných vzorků osiva (100 g) bylo náhodně odebráno pro elektroforetické analýzy hordeinů 300 zrn. Hordeinová elektroforetická spektra byla získána částečně upraveným postupem vertikální elektroforézy ve sloupcích škrobového gelu s Al-laktátovým pufrům o pH 3,1 s 2 mol močoviny na 1 l pufru (Sozinov, Popereľja, 1978; Šašek, Černý, 1983; Pomorcev et al., 1985). Intenzita zbarvení zón byla hodnocena stupnicí: plné vykrytí > husté šrafování > nevykrytí > čárkování, což odpovídá číselným hodnotám  $5 > 4 > 3 > 2 > 1$ .

Jednotlivé hordeinové zóny byly charakterizovány svou relativní elektroforetickou mobilitou (REM). Hodnoty byly stanoveny ve vztahu ke gliadinové zóně s REM 55,0, determinované lokusem Gld 1D (Sozinov, 1985).

K manifestaci gliadinové zóny s REM 55,0 byly použita směs jednoho zrna ječmene a jednoho zrna pšenice odrůdy Mironovská 808.

Alelické bloky zón hordeinů HRD-A, HRD-B, HRD-F, HRD-D, HRD-E a HRD-G byly vyčleněny z elektroforetických spekter podle katalogu alelických hordeinových bloků získaných pomocí škrobové gelové elektroforézy (Pomorcev et al., 1985). Vyčleněné hordeinové bloky jsou charakterizovány mobilitou jednotlivých zón (hodnotami REM) a intenzitou zbarvení zón.

K testování odlišných podílů a odlišných průměrů bylo použito *t*-testu (Myslivec, 1957).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Popis morfologických odchylek hodnocených odrůd a nšl. ječmene jarního, který se projevil v klasových potomstvech ve SOZ v roce 1994 je uveden v tab. I.

Vhodnost elektroforézy hordeinových bílkovin zrna pro identifikaci, verifikaci odrůd a nšl. ječmene ve vzorku semen prokázali Černý a Šašek (1988) a Šašek et al. (1990a, b).

Výsledky elektroforetické analýzy hordeinů hodnocených nšl. a odrůd (vzorky 1–13) jsou uvedeny v podobě vyčleněných alelických hordeinových bloků zón v tab. II. V tab. III je uvedena přehledná charakteristika hodnocených odrůd a nšl. podle stupně hordeinového polymorfismu.

Porovnáním morfologického a hordeinového polymorfismu lze usuzovat, že zjištěné morfologické odchylky jsou zřejmě markerovány odlišnou gene-

I. Morfologické odchylky hodnocených odrůd a nšl. ječmene jarního zkoušených v roce 1994 v SOZ – Morphological aberrations of evaluated varieties and new breeds of spring barley that were tested in State Variety Tests in 1994

| Odrůda, nšl. <sup>1</sup> | Řádek <sup>2</sup>                                                                               | Morfologická odchylka                                                                                                                                   | Morphological aberration                                                                                                                                                                |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| nšl. č. 4                 | 59                                                                                               | odlišné ojinění klasu (středně silné) a zoubkatost vnitřních hřbetních nervů pluchy (velmi silná)                                                       | different ear bloom (medium intensive) and indentation of the internal upper nerves of the hull (very marked)                                                                           |
|                           | 71                                                                                               | pouze odlišné ojinění klasu (středně silné), u ostatních řádků byl klas neojiněný a zoubkatost nervů pluchy chyběla nebo byla velmi slabá               | different ear bloom only (medium intensive) there was no ear bloom there and the indentation of hull nerves was missing or it was very small in the other rows                          |
| nšl. č. 9                 | 15, 99                                                                                           | vyšší rostliny (asi o 15 cm)                                                                                                                            | higher plants (by about 15 cm)                                                                                                                                                          |
| nšl. č. 2                 | 2, 3, 14, 15, 16, 33, 35, 36, 45, 46, 47, 48, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 70, 71, 72, 74, 75 | výrazně ranější (metaly o 4 až 5 dnů dříve) se silnějším ojiněním klasu (silné ojinění klasu proti slabému ojinění klasu u rostlin v ostatních řádcích) | expressly earlier varieties and new breeds (heading 4-5 days earlier) with more intensive ear bloom (intensive ear bloom versus little intensive ear bloom in plants in the other rows) |
| Riff                      | 14, 16, 33, 37, 57, 92                                                                           | vyšší rostliny (asi o 10 cm), výrazně ranější (metaly o 5 dní dříve)                                                                                    | higher plants (by about 10 cm), expressly earlier varieties and new breeds (heading 5 days earlier)                                                                                     |
|                           | 16, 92                                                                                           | rostliny měly navíc i velmi silnou zoubkatost vnitřních hřbetních nervů pluchy, zatímco ostatní rostliny zoubkatost neměly                              | the plants showed very marked indentation of the internal upper nerves of the hull while indentation was missing in the other plants                                                    |

<sup>1</sup>variety, new breedings; <sup>2</sup> row

tickou výbavou sesterských hordeinových linií. Toto konstatování se týká v podstatě dvouliniového heterozygotního nšl. č. 9 a jednoliniové, avšak heterozygotní odrůdy Riff, dále pak dvouliniového nšl. č. 1, tříliniových nšl. č. 2 a nšl. č. 4.

Konvenčním testem UPOV odlišnosti, homogenity a stálosti hodnocených odrůd a nšl., realizovaným výsevem 100 klasových potomstev na zkoušenou variantu, se zjistila homogenita u pěti z 13 hodnocených variant (odrůd, nšl.), což činí 38,5 %. Naproti tomu elektroforézou hordeinů (SGE) se dete-

## II. Hordeinový polymorfismus hodnocených odrůd a nšl. ječmene jarního – Hordein polymorphism of evaluated varieties and new breedings of spring barley

| Odrůda, nšl. <sup>1</sup> | SGE                       |                                       |                                |      |   |                      | PAGE-ISTA                  |                          |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------|---|----------------------|----------------------------|--------------------------|
|                           | počet<br>zrn <sup>2</sup> | hordei-<br>nové<br>linie <sup>3</sup> | hordeinové lokusy <sup>4</sup> |      |   |                      | počet<br>zrn               | hordei-<br>nové<br>linie |
|                           |                           |                                       | A                              | B    | F | ostatní <sup>5</sup> |                            |                          |
| nšl. č. 1                 | 64                        | A                                     | 4                              | 21   | 1 | G                    | 31                         | A                        |
|                           | 22                        | B                                     | 5                              | 17   | 2 |                      | 9                          | B                        |
|                           | 13                        | (B)                                   | 5                              | (17) | 2 |                      | 8                          | (B)                      |
|                           | 1                         | heter.                                |                                |      |   |                      |                            |                          |
| nšl. č. 2                 | 73                        | A                                     | 5                              | 17   | 2 |                      | 2                          | A                        |
|                           | 26                        | B                                     | 2                              | 17   | 2 |                      | 2                          | B                        |
|                           | 1                         | C                                     | 18                             | 52   | 1 |                      | 1                          | C                        |
| nšl. č. 3                 | 79                        | A                                     | 2                              | 47   | 1 | E                    | 3                          | A                        |
|                           | 2                         | (A)                                   | (2)                            | 47   | 1 | E                    | 2                          | A                        |
|                           | 14                        | B                                     | 2                              | 47   | 1 |                      | 3                          | S                        |
|                           | 5                         | heter.                                |                                |      |   |                      |                            |                          |
| nšl. č. 4                 | 91                        | A                                     | 2                              | 47   | 1 | E                    | 3                          | A                        |
|                           | 6                         | B                                     | 2                              | 47   | 1 |                      | 3                          | A                        |
|                           | 1                         | C                                     | 23                             | 29   | 3 |                      | 1                          | (C)                      |
|                           | 5                         | heter.                                |                                |      |   |                      |                            |                          |
| nšl. č. 5                 | 100                       | A                                     | 12                             | 21   | 1 |                      | neanalyzováno <sup>6</sup> |                          |
| nšl. č. 6                 | 100                       | A                                     | 2                              | 43   | 2 |                      | neanalyzováno              |                          |
| nšl. č. 7                 | 7                         | A                                     | 4                              | 52   | 1 |                      | 2                          | A                        |
|                           | 41                        | B                                     | 18                             | 52   | 1 |                      | 2                          | B                        |
|                           | 41                        | C                                     | 4                              | 45   | 3 |                      | 2                          | C                        |
|                           | 9                         | D                                     | 18                             | 45   | 3 |                      | 2                          | D                        |
|                           | 1                         | E                                     | 4                              | 21   | 0 |                      | 1                          | E                        |
| nšl. č. 8                 | 95                        | A                                     | 21                             | 25   | 1 |                      | 2                          | A                        |
|                           | 2                         | B                                     | 2                              | 25   | 1 |                      | 2                          | B                        |
|                           | 1                         | C                                     | 12                             | 47   | 1 |                      | 1                          | C                        |
|                           | 2                         | D                                     | 12                             | 47   | 1 | EC                   | 2                          | D                        |

Pokr. tab. II – Table II continues

| Odrůda, nšl. <sup>1</sup> | SGE                       |                                       |                                |      |   |                      | PAGE-ISTA     |                          |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------|---|----------------------|---------------|--------------------------|
|                           | počet<br>zrn <sup>2</sup> | hordei-<br>nové<br>linie <sup>3</sup> | hordeinové lokusy <sup>4</sup> |      |   |                      | počet<br>zrn  | hordei-<br>nové<br>linie |
|                           |                           |                                       | A                              | B    | F | ostatní <sup>5</sup> |               |                          |
| nšl. č. 9                 | 79                        | A                                     | 21                             | (17) | 2 |                      | 3             | A                        |
|                           | 15                        | B                                     | 21                             | (17) | 2 | N                    | 3             | A                        |
|                           | 6                         | heter.                                |                                |      |   |                      |               |                          |
| Dita                      |                           | A                                     | (32)                           | 21   | 2 |                      | 11            | A                        |
|                           | 2                         | heter.                                |                                |      |   |                      |               |                          |
| Krona                     | 100                       | A                                     | 23                             | 29   | 3 | E                    | neanalyzováno |                          |
| Reggae                    | 96                        | A                                     | 2                              | (17) | 2 | 2                    | 13            | A                        |
| Riff                      | 109                       | A                                     | 2                              | (17) | 2 |                      | 2             | A                        |
|                           | 2                         | heter.                                |                                |      |   |                      |               |                          |

( ) = údaj o kvantitativní změně intenzity zbarvení zóny – data on a quantitative change in zone staining intensity

N = přítomnost nekatalogizované zóny s REM 37,5 s intenzitou zbarvení 1–2 – absence of an uncatalogued zone with REM 37.5, with staining intensity 1–2

<sup>1</sup>variety, new breeding; <sup>2</sup>grain number; <sup>3</sup>hordein line; <sup>4</sup>hordein loci; <sup>5</sup>others; <sup>6</sup>not analyzed

koval hordeinový polymorfismus v devíti případech ze 13, což postihuje 69,23 % hodnocených variant. Zmíněný rozdíl je však při malém rozsahu 13 variant statisticky neprůkazný ( $t = 1,57$ ) pod hranicí významnosti ( $t = 1,93^*$ ).

Významné je zjištění, že u silně polymorfních nšl. č. 8 a č. 7, skládajících se ze 4, resp. 5 hordeinových linií, se nepodařilo konvenčním postupem podle UPOV testy D-U-S tuto silnou heterogenitu, genetickou strukturu typu populace, vůbec zjistit.

Celkem bylo provedeno 800 analýz hordeinů eletkroforézou ve škrobovém gelu (SGE) a 125 analýz hordeinů elektroforézou v polyakrylamidovém gelu v modifikaci podle ISTA (PAGE-ISTA).

U již ověřených linií byla z metodických důvodů uskutečněna paralelní analýza metodou PAGE-ISTA. Metoda PAGE-ISTA neumožnila rozlišit u nšl. č. 3 linie A a B lišící se přítomností zóny alely lokusu Hrd E, u nšl. č. 4 linie A a B lišící se přítomností zóny alely lokusu Hrd E.

III. Přehled hodnocených odrůd a nšl. podle stupně hordeinového polymorfismu podle počtu hordeinových linií zastoupených v odrůdě, nšl. – An overview of evaluated varieties and new breeds according to the degree of hordein polymorphism (according to the number of hordein lines represented in the variety, new breed)

| Č. | Počet HRD linií <sup>1</sup>                                             | Odrůdy, nšl. <sup>2</sup>      | [%]   | [%]   |
|----|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|
| 1. | 1<br>čistá linie <sup>3</sup>                                            | nšl. č. 5, č. 6, Krona, Reggae | 30,77 |       |
| 2. | 1 + 1 modifikovaná<br>linie, resp. + výskyt<br>heterozygotů <sup>4</sup> | nšl. č. 9*, Dita*, Riff*       | 23,08 |       |
| 3. | 2                                                                        | nšl. č. 1*, č. 3*              | 15,40 | 69,23 |
| 4. | 3                                                                        | nšl. č. 2, č. 4*               | 15,40 |       |
| 5. | 4                                                                        | nšl. č. 8                      | 7,70  |       |
| 6. | 5                                                                        | nšl. č. 7                      | 7,70  |       |

<sup>1</sup>number of HRD lines; <sup>2</sup>varieties, new breedings; <sup>3</sup>pure line; <sup>4</sup>1 + 1 modified line, and/or + heterozygote occurrence

Odrůdy Dita, Krona, Reggae, Riff a nšl. č. 5 a č. 6 prokázaly hordeinovou homogenitu, ostatních osm odrůd a nšl. vykazaly hordeinovou heterogenitu typickou pro populace.

U vzorků nšl. č. 1, č. 3, č. 4 a č. 9 a odrůd Dita a Riff byla zjištěna zrna s heterozygotními hordeinovými elektroforetickými spektry (tab. III).

Z výsledků uvedených v tab. I až III je patrné, že u nšl. č. 2 se všech 24 odchylných řádků potomstev, vyznačujících se rostlinami výrazně pozdějšími a se širokými listy, 100% shodovalo s B hordeinovou linií. Lze tedy soudit, že alela A 2 je markerem výše zmíněných morfofyziologických odchylek (znaků). Odchylka vyznačující se výrazně ranějšími rostlinami s úzkými listy se hordeinově nelišila od základního genotypu.

Příkladem, kde hordeinové signální geny neznačují morfofyziologické znaky, je nšl. č. 1, u něhož odchylný typ charakterizovaný větší raností a vyšším vzrůstem rostlin byl zjištěn u obou identifikovaných hordeinových linií, a to v asi stejném procentním zastoupení.

Další možnou situací je skutečnost, zjištěná např. u nšl. č. 8 a č. 7, u nichž nebyly pozorovány žádné morfofyziologické odchylky a přitom byl zaznamenán vnitroodrůdový polymorfismus zahrnující vždy několik hordeinových genotypů. Příčinou pozorovaného stavu je zřejmě neexistence vazby

mezi hordeinovými signálními geny lokalizovanými v chromozomu č. 5 a pozorovanými morfofyzilogickými znaky.

### Závěr

Paralelním hodnocením 13 odrůd a nšl. ječmene jarního testy homogenity klasových potomstev (ÚKZÚZ v Brně v roce 1994) a elektroforézou hordeinů (SGE) byla zjištěna vyšší citlivost a přesnost hodnocení genetické struktury odrůdy, resp. nšl. a jí odpovídajícího polymorfismu pomocí elektroforézy hordeinů /SGE).

### Literatura

- MYSLIVEC, V.: Statistické metody zemědělského a lesnického výzkumnictví. Praha, ČSAV-SZN 1957.
- POMORCEV, A. A. – NECVETAJEV, V. P. – SOZINOV, A. A.: Polimorfizm kulturnogo jačmeňa (*Hordeum vulgare* L.) po gordeinam. Genetika, 21, 1985: 629–639.
- SOZINOV, A. A. – POPERELJA, F. A.: Metodika vertikalnogo elektroforeza v krachmalnom gele i genetičeskij princip. Oděsa, VSGI 1978.
- ŠAŠEK, A. – ČERNÝ, J.: Improving of the identification of allelic gliadin blocks. Scientia Agric. bohemoslov., 15, 1983: 103–109.
- UPOV: Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Geneva, UPOV 1994: Annex s.2.

Došlo 4. 3. 1996

---

#### Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Jiří Černý, CSc., Česká zemědělská univerzita,  
165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/338 25 54, fax.: 02/344 418



**ALELY ESTERASOVÝCH LOKUSŮ U SOUBORU ČESKÝCH ODRŮD  
JARNÍHO A OZIMÉHO JEČMENE SETÉHO (*Hordeum vulgare* L.)**

**Alleles of Esterase Loci in the Set of Czech Varieties  
of Spring and Winter Barley (*Hordeum vulgare* L.)**

*Světlana SÝKOROVÁ, Antonín ŠAŠEK*

*Research Institute of Plant Production, Prague, Czech Republic*

**Abstract:** The alleles of esterase loci Est 1, Est 2, Est 4 and Est 5 from young barley leaves were defined after PAGE according to standard barley varieties (etalons). These alleles were previously known in starch gel only (Hvid, Nielsen, 1977). It was documented that nomenclature of enzyme alleles is not depended on method of electrophoresis. The set of certified Czech barley varieties was characterized by means of esterase alleles. The catalogue made this way both describes the genetic structure of varieties and contributes to the more exact mutual distinguishing of hordein identical varieties of barley (Šašek et al., 1995).

barley (*Hordeum vulgare* L.); varieties; identification; esterase; loci; alleles; electrophoresis

**Abstrakt:** V polyakrylamidovém gelu pomocí standardních odrůd byly definovány alely esterasových lokusů Est 1, Est 2, Est 4 a Est 5 z listů ječmene, popsané dříve na škrobovém gelu (Hvid, Nielsen, 1977), a tak bylo prokázáno, že nomenklatura alel není závislá za vhodných podmínek na použité metodě elektroforézy a gelovém nosiči. Pomocí těchto alel byl charakterizován celý soubor v ČR povolených jarních a ozimých odrůd ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.). Takto vytvořený katalog esterasových alel jednak odrůdy popisuje buď jako čisté linie nebo směs sesterských linií, jednak blíže ukazuje příbuznost jednotlivých genotypů a v neposlední řadě často přispívá k vzájemnému rozlišení odrůd ječmene v těch případech, kdy polymorfismus zásobních bílkovin zrna (hordeinů) není postačující (Šašek et al., 1995).

ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.); odrůdy; identifikace; esterasy; lokusy; alely; elektroforéza

Ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.) byl mezi prvními rostlinnými druhy, u nichž byly využity metody elektroforézy enzymů (Nilson, Hermelin, 1966), neboť má některé vlastnosti, které jsou z hlediska studia isoenzymů příznivé (Brown, 1983). Jsou to především: samosprašnost, diploidie, jednoletost a rozšířenost v různých geografických podmínkách.

Enzymový systém esteras (E.C.3.1.1.?) je u ječmene jedním z nejvíce polymorfních, ze zjištěných 10 lokusů mají téměř všechny více než dvě alely (Brown, 1983). Alely většiny lokusů (Est 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 a 9) byly popsány v listech, zatímco Est 3 a 10 v embryu se štítkem (embryo-scutellum) a nezralém endospermu (Hvid, Nielsen, 1977). Posledně uvedení autoři také navrhli názvosloví enzymových lokusů a alel, které není založeno pouze na biochemickém principu (hodnoty REM, intenzita zbarvení), ale na etalonových nosičích alel – standardních odrůdách ječmene, a není tedy závislé na použité metodě elektroforézy.

Brown (1983) uvádí tuto chromozomovou lokalizaci esterasových lokusů u ječmene: Est 1, 2, 4, 6, 10 na chromozomu 3, Est 3 a 5 na chromozomu 1, Est 7 na chromozomu 2, Est 9 na chromozomu 7 a Est 8 neurčeno.

Všechny uvedené geneticky definované alely byly detekovány po elektroforéze ve škrobovém gelu (Hvid, Nielsen, 1977; Nielsen, Johansen, 1986), pouze Zabrodina et al. (1991) uvádějí genetickou interpretaci isoenzymů po elektroforéze v polyakrylamidovém gelu. Enzymový systém esteras zrna pro lepší rozlišení hordeinově shodných odrůd ječmene popisují Šýkrová a Hadačová (1992 a,b).

Cílem naší práce bylo stanovit pomocí standardních odrůd ječmene alely esterasových lokusů Est 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 v polyakrylamidovém gelu v modifikaci (Jones, 1987) metody elektroforézy, kterou navrhl Davis (1964), u souboru tuzemských jarních a ozimých odrůd ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.) se záměrem jejich přesnější charakterizace a vzájemné rozlišitelnosti.

## MATERIÁL A METODY

Byly analyzovány 7denní listy 25 jarních a 10 ozimých odrůd ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.) povolených v roce 1993 k pěstování v ČR, které dodal ÚKZUZ. Kromě toho byly jako standardy esterasových alel současně analyzovány 7denní listy 18 standardních odrůd ječmene jarního – nosičů esterasových alel, poskytnuté laskavě Agricultural Research Department,

Risø National Laboratory, Roskilde, Dánsko ( Dr. H. B. Johansen ) a USDA Small Grain Collection, Maryland, USA.

Klíční rostliny byly pěstovány při laboratorní teplotě na Petriho miskách na filtračním papíře v destilované vodě při osvětlení denním světlem a listy odebírány po sedmi dnech kultivace, právě ve stadiu, kdy je první list zcela vyvinut.

Elektroforetická separace esteras byla prováděna ve vertikálních plotnách dělicího 7,5% polyakrylamidového gelu s 0,042M Tris-HCl při pH 8,9 o rozměrech 9,0 x 25,0 x 0,2 cm (Jones, 1987). Zaostřovací gel (výška 2 cm) s jamkami pro nanesení vzorků byl 3,125% polyakrylamid (Tris-HCl pH 6,8). Elektrodotový pufr byl 0,025M Tris a 0,19M glycin při pH 8,3 (Jones, 1987). Hodnoty pH 8,3 bylo dosaženo přidávkem malého množství HCl. Elektroforéza v přístroji Desaphor VA 150 (Desaga, SRN) probíhala 30 minut při 75 mA na dvě plotny gelu (48 vzorků) a dále při 90 mA a odpovídajícím napětí tak dlouho, dokud barevný marker nedosáhl vzdálenosti 0,5 cm od konce gelu (cca 4 hodiny). Teplota během elektroforézy nepřevýšila 8 °C (Sýkorová, Hadačová, 1992a).

Pro extrakci enzymů byl použit buď 0,1M Na-acetátový pufr o pH 5,0 s 10 % glycerolu (Jones, 1987), nebo 0,1M Tris-HCl pufr o pH 7,5 s 10 % glycerolu. Poměr extrakčního pufru a navážky čerstvé hmoty byl 10 : 1 (v/w). Extrakty byly centrifugovány při 12 000 ot./min 15 minut při 2 °C. Supernatanty byly použity po smísení se vzorkovým pufrem (0,25M Tris-HCl pH 6,8; 0,29M sacharosa; 0,2 mg/ml bromfenolové modři) v poměru 20 : 1 pro aplikaci na gel.

Do jamek v zaostřovacím gelu bylo dávkováno po 30 µl vzorku. Všechny operace byly prováděny při teplotě do 4 °C.

Isoenzymy esteras byly detekovány v 0,1M Na-fosfátovém pufru o pH 6,4 obsahujícím 0,1 % Fast Blue RR a 0,02% směs 1- a 2-naftylacetátu (1 : 1), rozpuštěných předem každý zvlášť v 1 ml dimetylformamidu a potom smísených s pufrem. Inkubace ve tmě při laboratorní teplotě trvala 30 minut. Gely byly fixovány v 7% kyselině octové (Sýkorová, Hadačová, 1992a).

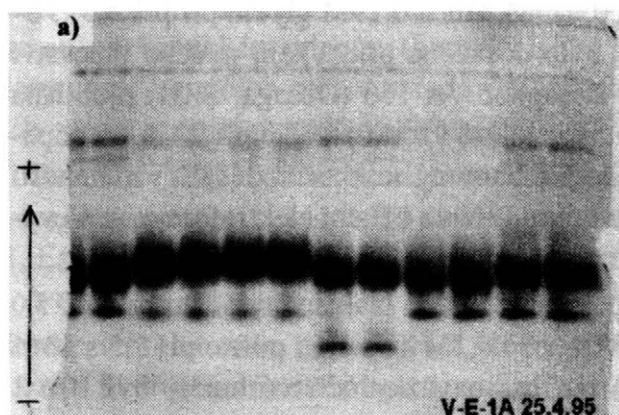
Pro definování alel jednotlivých esterasových lokusů byly použity standardní odrůdy ječmene (Hvid, Nielsen, 1977), které byly vždy současně se vzorky aplikovány na každou plotnu gelu. Pro identifikované alely esterasových lokusů bylo použito názvu, tvořeného zkratkou enzymového systému (Est), číslem lokusu (1–10) a zkratkou alely (dvě písmena podle

jména odrůdy, v níž byla alela poprvé popsána – např. Ca). Esterasové pruhy na gelech byly dokumentovány obrazovou analýzou – systém Lucia D (Laboratory Imaging, ČR).

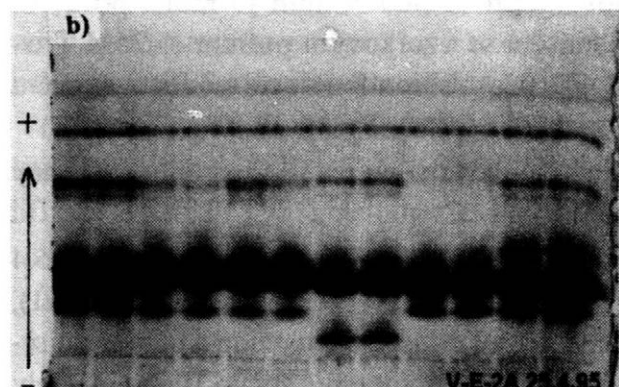
## VÝSLEDKY A DISKUSE

### Výběr vhodného extrakčního pufru pro esterasy

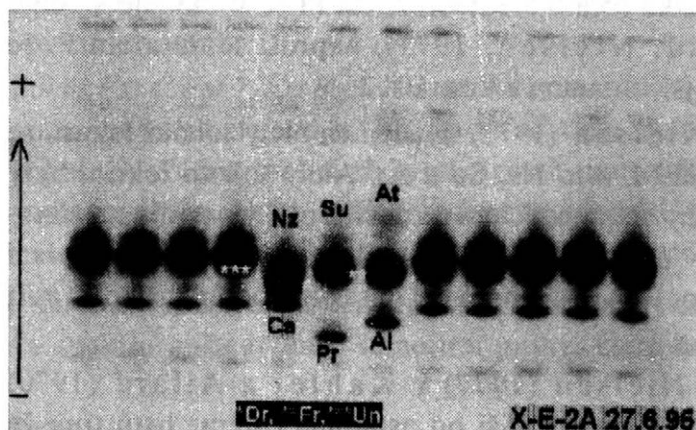
Byly porovnávány dva extrakční pufrы: 0,1M Na-acetátový pufr o pH 5,0 s 10 % glycerolu (Jones, 1987) a 0,1M Tris-HCl pufr o pH 7,5 s 10 % glycerolu. Po elektroforéze bylo zjištěno, že relativní elektroforetické mobi-



1. Porovnání vzhledu alel esterasy lokusů při použití dvou různých extrakčních pufrů: a) 0,1M Na-acetátový pufr pH 5,0; b) 0,1M Tris-HCl pH 7,5 – Comparison of the appearance of alleles of esterase loci after using two different extraction buffers: a) 0.1 M Na-acetate buffer pH 5.0, b) 0.1 M Tris-HCl pH 7.5



lity (REM) a intenzity zbarvení jednotlivých pruhů esterasy jsou při použití obou extrakčních činidel totožné, avšak s pufrem Tris-HCl o pH 7,5 byly získány ostřejší a jasnější pruhy esterasy, zvláště u alel lokusů Est 4 a Est 5 (obr. 1). Proto v následujících experimentech bylo používáno posledně uvedené extrakční činidlo.



2. Alely esterasových lokusů Est 1, Est 2 a Est 4 v 7denních listech ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.) – Alleles of esterase loci Est 1, Est 2 and Est 4 in 7-day leaves of barley (*Hordeum vulgare* L.)

## Definice alel esterasových lokusů Est 1, Est 2, Est 4, Est 5, Est 6, Est 7 a Est 8 v polyakrylamidovém gelu pomocí standardních odrůd

**Lokus Est 1:** Hvid a Nielsen (1977) uvádějí čtyři alely se vzestupnou hodnotou REM: Pr, Al, Ca a Af. V našem metodickém uspořádání bylo rovněž možno alely Est 1 Pr (odrůda Rikote), Al (odrůda Atlas), Ca (odrůda Drost) a Af (odrůda Afghan) velmi dobře identifikovat, přičemž zůstalo zachováno uvedené pořadí podle zvyšující se hodnoty REM (obr. 2).

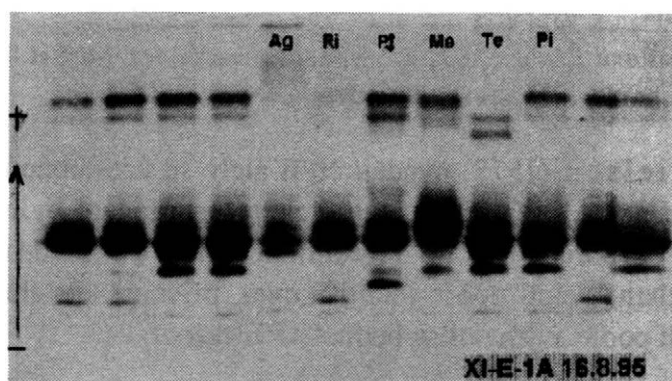
**Lokus Est 2:** Hvid a Nielsen (1977) uvádějí pět alel tohoto lokusu se vzestupnou hodnotou REM: Pn, Dr, Fr, Pl a Un. V našem metodickém uspořádání byly alely tohoto lokusu nejintenzivněji zbarveny z celého souboru esteras a vykazovaly největší šířku pruhu (difuzi). Alelu Pn s nejnižší hodnotou REM jsme nemohli identifikovat, protože standardní odrůda Pannier nebyla k dispozici. Tato alela se však podle uvedených autorů vyskytuje velmi zřídka. Alely Dr (odrůda Drost), Fr (odrůda Rikote) a Un (odrůda Union Beardless) byly v našich pokusech podle uvedených odrůd velmi dobře rozlišitelné v pořadí podle stoupajících hodnot REM (obr. 2). Poněkud problematickým se jevílo vzájemné rozlišení alel Fr a Pl (odrůda Palmella Blue), které jak uvádějí Hvid a Nielsen (1977) mají ve škrobovém gelu poměrně odlišné hodnoty REM, avšak v našem elektroforetickém systému byly jejich



hodnoty REM velmi blízké (cca 0,5 REM). Alela Pi se vyskytuje s velmi nízkou frekvencí (Hvid, Nielsen, 1977), naproti tomu alela Fr je pravděpodobně nejčastější variantou lokusu Est 2.

**Lokus Est 4:** Hvid a Nielsen (1977) uvádějí tři alely tohoto lokusu se vzestupnou hodnotou REM, a to Nz, Su a At. Alely tohoto lokusu byly v našich pokusech tvořeny dobře oddělenými dvěma pruhy a podle standardních odrůd zůstávalo i v polyakrylamidovém gelu zachováno jejich pořadí podle stoupajících hodnot REM: Nz (odrůda Drost), Su (odrůda Rikote) a At (odrůda Atlas) (obr. 2).

**Lokus Est 5:** Hvid a Nielsen (1977) i Kahler a Allard (1970) uvádějí, že alely tohoto lokusu se liší od ostatních esteras listů tím, že poskytují červeně zbarvené pruhy při použití směsi 1- a 2-naftylacetátu a je možné je identifikovat pouze v mladých listech (na rozdíl od alel lokusů Est 1, 2 a 4). Ke třem alelám, které popsali již Kahler a Allard (1970)



Te – Tern, Me – Meloy,  
Pi – Atlas, Ri – Rikote,  
Ag – Afghan

3. Alely esterasového lokusu Est 5 v 7denních listech ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.) – Alleles of esterase locus Est 5 in 7-day leaves of barley (*Hordeum vulgare* L.)

a Hvid a Nielsen (1977) nazvali Pi, Ri a Ag (podle stoupajících hodnot REM), doplnili uvedení autoři ještě dvě alely a nazvali je Te a Me. Podle výsledků našich pokusů se standardními odrůdami byly alely tohoto lokusu tvořeny dvěma či třemi pruhy dobře se odlišujícími od ostatních červeným zbarvením a i v polyakrylamidovém gelu zůstalo zachováno jejich pořadí podle stoupajících hodnot REM: Te (odrůda Tern), Me (odrůda Meloy), Pi (odrůda



Atlas), Ri (odrůda Rikote), Ag (odrůda Afghan) a lze je celkem bez obtíží identifikovat (obr. 3).

*Lokus Est 6, Est 7, Est 8:* Hvid a Nielsen (1977) u těchto lokusů popisují pouze po jedné alele, a to Hm, Pb a Tn. Alely těchto lokusů byly i v našich pokusech tvořeny velmi slabými, špatně reprodukovatelnými pruhy a neposkytovaly možnost další charakterizace odrůd, proto nebyly dále brány v úvahu, stejně tak s nimi dále nepracovali ani uvedení autoři.

Kromě popsáných pruhů, reprezentujících alely esterasových lokusů, byly ve spektru zjištěny další minoritní pruhy, které nelze přiřadit k žádnému

I. Alely esterasových lokusů stanovené PAGE u odrůd-standardů ječmene setého – Alleles of esterase loci determined by PAGE in standard barley varieties

| Odrůda <sup>1</sup> | Alely esterasových lokusů <sup>2</sup> |       |       |       |
|---------------------|----------------------------------------|-------|-------|-------|
|                     | Est 1                                  | Est 2 | Est 4 | Est 5 |
| Afghan              | Af                                     | Fr    | Su    | Ag    |
| Algerian            | Al                                     | Fr    | At    | Pi    |
| Atlas               | Al                                     | Fr    | At    | Pi    |
| Betzes              | Pr                                     | Fr    | Su    | Pi    |
| Bonus (DK)          | Ca                                     | Dr    | At    | Pi    |
| Carlsberg II        | Ca                                     | Fr    | At    | Pi    |
| CIHo 5888           | Pr                                     | Fr    | Su    | Ri    |
| Drost               | Ca                                     | Dr    | Nz    | Pi    |
| Flynn               | Ca                                     | Fr    | At    | Pi    |
| Glacier             | Al                                     | Fr    | At    | Pi    |
| Lyallpur            | Ca                                     | Dr    | Su    | null  |
| Meloy               | Ca                                     | Un    | Nz    | Me    |
| New ZZ              | Al                                     | Fr    | Nz    | Pi    |
| Palmella Blue       | Ca                                     | Pl    | Nz    | Ri    |
| Rikote              | Pr                                     | Fr    | Su    | Ri    |
| Sultan              | Pr                                     | Dr    | Su    | Pi    |
| Tern                | Ca                                     | Fr    | Su    | Te    |
| Union Beardless     | Ca                                     | Un    | Nz    | Me    |

<sup>1</sup>variety; <sup>2</sup>alleles of esterase loci

II. Alely esterasových lokusů stanovené PAGE u souboru jarních a ozimých odrůd ječmene setého pěstovaných v ČR – Alleles of esterase loci determined by PAGE in the set of spring and winter barley varieties grown in the Czech Republic

| Odrůda <sup>1</sup>       | Alely esterasových lokusů <sup>2</sup> |        |       |       | Odrůda                             | Alely esterasových lokusů |       |        |       |
|---------------------------|----------------------------------------|--------|-------|-------|------------------------------------|---------------------------|-------|--------|-------|
|                           | Est 1                                  | Est 2  | Est 4 | Est 5 |                                    | Est 1                     | Est 2 | Est 4  | Est 5 |
| jarní odrůdy <sup>3</sup> |                                        |        |       |       | Profit A, A*                       | Ca, Pr                    | Fr    | Su     | Pi    |
| Akcent                    | Ca                                     | Dr, Fr | Su    | Pi    | Rubín A, B, C                      | Ca                        | Fr    | Su     | Pi    |
| Bonus (ČR)                | Ca                                     | Fr     | Su    | Pi    | Sladko                             | Ca                        | Dr    | Su     | Ri    |
| Donum                     | Ca                                     | Fr     | Su    | Pi    | Stabil                             | Ca                        | Fr    | At     | Pi    |
| Forum                     | Pr                                     | Fr     | Su    | Pi    | Svit                               | Ca                        | Fr    | Su     | Pi    |
| Galan                     | Pr                                     | Fr     | Su    | Pi    | Terno                              | Ca                        | Dr    | Su     | Pi    |
| Heran                     | Ca                                     | Fr     | At    | Pi    | Mars                               | Ca                        | Dr    | Su     | Me    |
| Horál                     | Ca                                     | Fr     | Su    | Ri    | ozimé odrůdy víceřadé <sup>4</sup> |                           |       |        |       |
| Jarek                     | Ca                                     | Fr     | Su    | Ri    | Borwina                            | Ca                        | Fr    | Su     | null  |
| Jaspis                    | Ca                                     | Fr     | At    | Ri    | Kamil                              | Ca                        | Fr    | Su     | Pi    |
| Jubilant                  | Ca                                     | Fr     | Su    | Te    | Kompolti 4                         | Ca                        | Fr    | Su     | Pi    |
| Korál                     | Ca                                     | Un, Dr | Nz    | Pi    | Kromoz                             | Ca                        | Fr    | At     | null  |
| Kredit A, B               | Ca                                     | Fr     | Su    | Pi    | Lunet                              | Ca                        | Fr    | Su     | Pi    |
| Krystal                   | Ca                                     | Un     | Nz    | Pi    | Nebelia                            | Ca                        | Fr    | Su     | Pi    |
| Ladik                     | Ca                                     | Dr     | Su    | Pi    | Okal                               | Pr, Ca                    | Fr    | Su, At | null  |
| Malvaz                    | Ca                                     | Fr     | Su    | Pi    | Sigra                              | Pr                        | Fr    | Su     | Pi    |
| Novum                     | Ca                                     | Un     | Nz    | Pi    | Sorna                              | Pr                        | Fr    | Su     | Pi    |
| Orbit                     | Ca                                     | Fr     | At    | Pi    | ozimé odrůdy dvouřadé <sup>5</sup> |                           |       |        |       |
| Perun                     | Ca                                     | Fr     | Su    | Pi    | Márinka                            | Ca                        | Fr    | Su     | Pi    |

<sup>1</sup> variety; <sup>2</sup> alleles of esterase loci; <sup>3</sup> spring varieties; <sup>4</sup> multiple-rowed winter varieties; <sup>5</sup> two-rowed winter varieties

z lokusů. Existenci takovýchto pruhů (často s velmi nízkou aktivitou) ostatně uvádějí i Hvid a Nielsen (1977).

#### **Alely esterasových lokusů u standardních odrůd a u souboru jarních a ozimých odrůd ječmene setého povolených k pěstování v ČR**

Přehled stanovených alel esterasových lokusů Est 1, Est 2, Est 4 a Est 5 u 18 standardních odrůd světového sortimentu uvádí tab. I. Odrůdy byly záměrně vybrány tak, aby umožnily identifikaci alel způsobem, který popisují Hvid a Nielsen (1977). Představují tak cenný materiál, např. pro genetické studie u ječmene.

Tab. II uvádí alely esterasových lokusů souboru 25 jarních a 10 ozimých odrůd ječmene pěstovaných v ČR. V souboru 25 jarních odrůd (kontrolovaných na hordeinovou homogenitu) bylo nalezeno 22 odrůd homogenních a 3 odrůdy heterogenní z hlediska výskytu alel esterasových lokusů. Byly to odrůdy Akcent (na lokusu Est 2 alely Dr nebo Fr), Korál (na lokusu Est 2 alely Dr nebo Un) a hordeinové linie Profit A a Profit A\* (na lokusu Est 1 alely Ca nebo Pr). Naproti tomu některé hordeinové víceliniové odrůdy vykazaly shodné esterasové alely pro všechny hordeinové linie: Kredit A, B; Rubín A, B, C.

Pokud se týká frekvence výskytu alel jednotlivých lokusů v daném souboru jarních odrůd ječmene, u lokusu Est 1 se alela Ca vyskytla u 87,5 % a alela Pr u 12,5 % odrůd. Alely Al a Af nebyly vůbec zjištěny. U lokusu Est 2 se v souboru jarních odrůd alela Fr vyskytovala u 66,7 %, alela Dr u 22,2 % a Un u 11,1 % odrůd. Alely Pn a Pl nebyly nalezeny. U lokusu Est 4 byla alela Su u 74,1 %, alela At u 14,8 % Nz u 11,1 % odrůd. Na lokusu Est 5 se nalézala nejčastěji alela Pi (76,0 %), dále Ri (16,0 %) u odrůd Horal, Jarek, Jaspis a Sladko, alela Te (4 %) pouze u odrůdy Jubilant a alela Me (4 %) u odrůdy Mars (tab. II). Jak je patrné z tab. III, v souboru jarních odrůd ječmene ČR se nejčastěji vyskytovala kombinace esterasových alel na lokusech Est 1, 2, 4, 5 Ca Fr Su Pi (32,1 %), dále Ca Dr Su Pi; Ca Un Nz Pi; Ca Fr At Pi a Pr Fr Su Pi (každá po 10,7 %); Ca Fr Su Ri (7,1 %) a Ca Fr At Ri; Ca Fr Su Te; Ca Dr Nz Pi; Ca Dr Su Ri; Ca Dr Su Me (všechny po 3,6 %).

V souboru 10 ozimých odrůd ječmene (z toho jedna dvouřadá) se jevila pouze odrůda Okal heterogenní z hlediska alel lokusů Est 1 (Pr nebo Ca) a Est 4 (Su nebo At), ostatní odrůdy byly homogenní. U lokusu Est 1 se vyskytla alela Ca u 72,7 % a alela Pr u 27,3 % odrůd. U lokusu Est 2 byla

III. Četnost výskytu alel esterasových lokusů Est 1, Est 2, Est 4 a Est 5 v souboru tuzemských odrůd ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.) – Frequency of distribution of alleles of esterase loci Est 1, Est 2, Est 4 and Est 5 in the set of domestic varieties of barley (*Hordeum vulgare* L.)

| Kombinace alel<br>esterasových lokusů <sup>1</sup> | Četnost výskytu<br>v daném souboru <sup>2</sup> (%) | Kombinace alel<br>esterasových lokusů | Četnost výskytu<br>v daném souboru (%) |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| a) jarní odrůdy <sup>3</sup>                       |                                                     | c) celý soubor <sup>5</sup>           |                                        |
| Ca Fr Su Pi                                        | 32,1                                                | Ca Fr Su Pi                           | 35,9                                   |
| Ca Dr Su Pi                                        | 10,7                                                | Pr Fr Su Pi                           | 12,8                                   |
| Ca Un Nz Pi                                        | 10,7                                                | Ca Un Nz Pi                           | 7,7                                    |
| Ca Fr At Pi                                        | 10,7                                                | Ca Fr At Pi                           | 7,7                                    |
| Pr Fr Su Pi                                        | 10,7                                                | Ca Fr Su Ri                           | 5,0                                    |
| Ca Fr Su Ri                                        | 7,1                                                 | Ca Fr At null                         | 5,0                                    |
| Ca Fr At Ri                                        | 3,6                                                 | Ca Fr At Ri                           | 2,6                                    |
| Ca Fr Su Te                                        | 3,6                                                 | Ca Fr Su Te                           | 2,6                                    |
| Ca Dr Nz Pi                                        | 3,6                                                 | Ca Dr Nz Pi                           | 2,6                                    |
| Ca Dr Su Ri                                        | 3,6                                                 | Ca Dr Su Ri                           | 2,6                                    |
| Ca Dr Su Me                                        | 3,6                                                 | Ca Dr Su Me                           | 2,6                                    |
| b) ozimé odrůdy <sup>4</sup>                       |                                                     | Ca Fr Su null                         | 2,6                                    |
| Ca Fr Su Pi                                        | 45,4                                                | Pr Fr Su null                         | 2,6                                    |
| Pr Fr Su Pi                                        | 18,2                                                |                                       |                                        |
| Ca Fr At null                                      | 18,2                                                |                                       |                                        |
| Ca Fr Su null                                      | 9,1                                                 |                                       |                                        |

<sup>1</sup> combinations of alleles of esterase loci; <sup>2</sup> frequency of distribution in the given set; <sup>3</sup> spring variety; <sup>4</sup> winter varieties; <sup>5</sup> whole set

nalezena výhradně alela Fr (100 %), u lokusu Est 4 alela Su u 81,8 % a alela At u 18,2 % odrůd, alela Nz nebyla nalezena. Na lokusu Est 5 byla nalezena alela Pi (70,0 %), u odrůd Borwina, Kromoz a Okal nebyly alely tohoto lokusu aktivní (silent alely). Tab. III dokládá, že v souboru ozimých odrůd se nejčastěji vyskytovala kombinace alel Ca Fr Su Pi (45,4 %), dále Pr Fr Su Pi a Ca Fr At null (obě 18,2 %) a Ca Fr Su null (9,1 %).

V celém souboru jarních a ozimých odrůd byla nejčastěji se vyskytující kombinace alel Ca Fr Su Pi (35,9 %), dále Pr Fr Su Pi (12,8 %), Ca Un Nz Pi a Ca Fr At Pi (každá po 7,7 %), Ca Fr Su Ri a Ca Fr At null (každá po 5,0 %) a méně časté Ca Fr At Ri, Ca Fr Su Te, Ca Dr Nz Pi, Ca Dr Su Ri, Ca Dr Su Me, Ca Fr Su null a Pr Fr Su null (každá po 2,6 %)(tab. III). Konishi a Matsuura (1987) rovněž uvádějí, že většina japonských odrůd dvouřadého ječmene je představována hlavně genotypy Pr Fr Su, Ca Dr Nz, Ca Fr Su a Ca Fr At, přičemž neuvažují alely lokusu Est 5.

Závěrem je možné konstatovat, že se zdařilo v polyakrylamidovém gelu pomocí standardních odrůd definovat alely esterasových lokusů Est 1, Est 2, Est 4 a Est 5 z listů ječmene, popsané dříve na škrobovém gelu (Hvid, Nielsen, 1977), a tak prokázat, že nomenklatura alel není za vhodných podmínek závislá na použité metodě elektroforézy a na gelovém nosiči. Pomocí těchto alel byl charakterizován celý soubor v ČR povolených jarních a ozimých odrůd ječmene obecného (*Hordeum vulgare* L.). Takto vytvořený katalog esterasových alel jednak odrůdy popisuje buď jako čisté linie, nebo směs sesterských linií, jednak blíže ukazuje příbuznost jednotlivých genotypů, a v neposlední řadě často přispívá k vzájemnému rozlišení odrůd ječmene v těch případech, kdy polymorfismus zásobních bílkovin zrna (hordeinů) není postačující (Šašek et al., 1995) – například u dvojice hordeinově shodných odrůd Jaspis a Orbit, kde u odrůdy Jaspis byla zjištěna na lokusu Est 5 alela Ri, zatímco u odrůdy Orbit alela Pi.

### Literatura

- BROWN, A. H. D.: Barley. In: TANKSLEY, S. D.– ORTON, T.-J. (Eds): Isozymes in Plant Genetics and Breeding. Part B. Amsterdam, Elsevier Science Publ. B.V. 1983: 57–77.
- DAVIS, D. J.: Disc electrophoresis. I. Method and application to human serum protein. Ann. N.Y. Acad. Sci., 121, 1964: 404–427.
- HVID, S. - NIELSEN, G.: Esterase isoenzyme variants in barley. Hereditas, 87, 1977: 155–162.
- JONES, B. L.: Identifying United States malting barley varieties. In: Biochemical identification of varieties. Mat. II. Int. Symp. ISTA, Leningrad, USSR 1987: 195–199.

KAHLER, A. L. – ALLARD, R. W.: Genetics of isozyme variants in barley. I. Esterases. *Crop. Sci.*, 10, 1970: 444–448.

KONISHI, T. – MATSUURA, S.: Variation of esterase isoenzyme genotypes in a pedigree of Japanese two-rowed barley. *Japan J. Breed.*, 37, 1987: 412–420.

NIELSEN, G. – JOHANSEN, H. B.: Proposal for the identification of barley varieties based on the genotypes for 2 hordein and 39 isoenzyme loci of 47 reference varieties. *Euphytica*, 35, 1986: 717–728.

NILSON, L. R. – HERMELIN, T.: Isozyme variants in some barley varieties. *Lantbruksk. Ann.*, 32, 1966: 297–308.

SÝKOROVÁ, S. – HADAČOVÁ, V.: Methodical notes to the use of esterase isoenzyme in characterization of spring barley varieties. *Scientia Agric. bohemoslov.*, 24, 1992a: 15–28.

SÝKOROVÁ, S. – HADAČOVÁ, V.: Characterization of some Czechoslovak cultivars of spring barley by means of esterase isoenzymes. *Scientia Agric. bohemoslov.*, 24, 1992b: 189–206.

ŠAŠEK, A. – BRADOVÁ, J. – ČERNÝ, J.: Hordeinové signální geny povolených českých a slovenských odrůd ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.). *Potrav. Vědy*, 13, 1995: 57–69.

ZABRODINA, M. V. – ORLOVA, M. J. – SURIN, N. A. – CHAVKIN, E. E. – BORISOV, J. M.: Izofermentnyje spektry vostočnosibirskich sortov jarovogo jačmenja. *Dokl. VASCHNIL*, 1991(2): 2–5.

Došlo 27. 2. 1996

---

**Kontaktní adresa:**

Mgr. Světlana Sýkorová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby,  
161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/360 851, fax: 02/365 228



**POSTGRADUÁLNÍ STUDIUM Z OBORU GENETIKY**

PŘÍLOHA ČASOPISU GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ, 32, 1996, ČÍSLO 2

**ENZYMOVÉ SYSTÉMY JEČMENE SETÉHO (*Hordeum vulgare* L.)  
JAKO GENETICKÉ MARKERY**

Světlana SÝKOROVÁ

*Research Institute of Plant Production, Prague, Czech Republic*

Ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.) je celosvětově velmi důležitá obilnina s velkým počtem odrůd jak jarního, tak ozimého typu. K popisu a identifikaci odrůd nebo variet kulturních plodin obecně je potřebná řada dobře definovaných charakteristik, které odrůdu jednoznačně odlišují od všech ostatních známých odrůd. Postupy používané k odlišení a identifikaci odrůd ječmene jsou založeny téměř výlučně na morfofyzilogických znacích. Biochemické markery – zásobní bílkoviny zrna (hordeiny a gluteliny) a různé enzymové systémy rostlinných pletiv – jsou vhodnými doplňky nebo alternativou k morfologickým charakteristikám ječmene (Nielsen, Johansen, 1986). Bílkoviny jako prvotní produkty genů mohou velmi dobře splňovat kritéria pro genetické markery: vysoký stupeň geneticky fixovaného polymorfismu, kodominantní dědičnost, rozlišitelnost alel v individuích, nezávislost na vnějších podmínkách. Obecně proteiny včetně enzymů, vykazující genetický polymorfismus, mohou být využity jako diferenční markery variet a odrůd, a to s mnohem větším efektem než klasické morfologické znaky (Nielsen, 1985). Vhodnou metodou pro zjišťování tohoto polymorfismu je elektroforetické dělení složitých bílkovinných a polypeptidových směsí, nacházejících se v extraktu z příslušného orgánu nebo rostlinného pletiva. Ječmen setý byl mezi prvními rostlinnými druhy, u nichž byly využity metody elektroforézy enzymů (Nilson, Hermelin, 1966), protože má některé vlastnosti, které jsou z hlediska studia isoenzymů příznivé (Brown, 1983). Jsou to především:

- Samosprašnost, diploidie, jednoletost. Tyto vlastnosti jsou vhodné pro genetickou analýzu isozymových variant. Protože převládající stav většiny genů ječmene je homozygotnost, obvykle se vybere jeden systém s nejjednodušším zymogramem, analogicky jako u haploidů. Vzhledem k dobré křížitelnosti jsou  $F_2$  generace hybridů snadno dostupné.

- Adaptabilita a rozšířenost v různých geografických podmínkách, včetně extrémních zeměpisných šířek a nadmořských výšek. Pro genetické studie jsou k dispozici rozsáhlé sbírky genetických zdrojů ječmene.

- Existence syntetických pšenično-ječných adičních linií (Islam et al., 1981), které náleží k cenným genetickým zdrojům, umožňuje další genetické studie. Po-

čet chromozomů ječmene je  $2n = 14$  a s dalšími členy čeledi Triticeae existují homoeologní vztahy (Hart, 1979).

V tomto přehledu jsme se zaměřili hlavně na enzymové genetické markery ječmene; skupina zásobních proteinů zrna (hordeiny a gluteliny) je tak rozsáhlá, že vyžaduje samostatnou studii.

### **Proteinové (hordeinové) a enzymové lokusy ječmene**

V následujícím přehledu (Nielsen, Johansen, 1986) jsou uvedeny dva hordeinové a 39 isoenzymových lokusů, stanovené elektroforézou v polyakrylamidovém nebo škrobovém gelu. Přitom je třeba brát v úvahu rozdílnou expresi jednotlivých systémů v různých pletivech a vybrat si vhodný orgán či pletivo a optimální stadium ontogeneze. Kritérii takového výběru jsou přítomnost nebo chybění pruhů, změna elektroforetické mobility a změny aktivity zón enzymu. Rozdělení zón isoenzymů v různých pletivech ječmene uvádějí Pedersen a Simonsen (1987). Některé enzymové lokusy jsou unimorfnní a proto pro další charakterizaci genotypu nevhodné. Nejvíce enzymových lokusů lze stanovit v listech (preferován je první list), některé v kořenech, embryu a zralém, nezralém nebo nabobtnalém endospermu.

### **Hordeinové lokusy zrna ječmene stanovené SDS PAGE**

Lokusy Hor 1 a Hor 2 jsou lokalizovány na chromozomu 5; lokus Hor 1 má 13 alel, lokus Hor 2 má 15 alel (Shewry et al., 1980; Doll, Brown, 1979; Linde-Laursen et al., 1982; Jensen et al., 1980; Doll, 1980; Kreis et al., 1983).

### **Enzymové lokusy v listu stanovené SGE (Nielsen, Johansen, 1986)**

Kyselá fosfatasa (E.C.3.1.3.2): má 3 lokusy – Acp 2 (chromozom 4) s třemi alelami (též v kořenech), Acp 3 (chromozom 6) s 5 alelami a Acp 4 (chromozomová lokalizace není známa) s dvěma alelami (též v kořenech)

Aconitát hydratasa (E.C.4.2.1.3): má 1 lokus Aco 1 (chromozom 6) s třemi alelami

Amino-peptidasa (E.C.3.4.11.1): má 1 lokus Amp 1 (chromozom 6) unimorfnní (též v embryu), nevhodný jako biochemický marker

Aspartát aminotransferasa (E.C.2.6.1.1): má 3 lokusy Aat 1 (chromozomová lokalizace neuvedena), Aat 2 (chromozom 6) a Aat 3 (chromozom 3), všechny jsou unimorfnní

Katalasa (E.C.1.11.1.6): má lokus Cat 1 (chromozom neuveden), unimorfnní

Dipeptidasa (E.C.3.4.13.11): má lokus Dip 1 (chromozom 6), též v embryu, unimorfnní

Endopeptidasa (E.C.3.4.22.?): má lokus Enp 1 (chromozom neuveden), též v embryu, unimorfnní

Esterasa (E.C.3.1.1.?): má 8 lokusů: Est 1 (chromozom 3) s 4 alelami, Est 2 (chromozom 3) s 5 alelami, Est 4 (chromozom 3) s 3 alelami, Est 5 (chromozom 1) s 5 ale-

lami a Est 9 (chromozom 7) s 2 alelami; další lokusy Est 6, Est 7 s Est 8 jsou unimorfni; tento systém je u ječmene nejvíce polymorfni, další lokusy byly zjištěny v embryu a nezralém endospermu

Glukosa-6-fosfát dehydrogenasa (E.C.1.1.1.49): uvádí se pouze 1 unimorfni lokus Gpd 1 (chromozom 2), též v embryu

Glukosafosfát isomerasa (E.C.5.3.1.9): má 2 lokusy Gpi 1 (chromozom 5) s 2 alelami a lokus Gpi 2 (chromozom neuveden), unimorfni

Isocitrátdehydrogenasa (NADP<sup>+</sup>) (E.C.1.1.1.42): má pouze 1 unimorfni lokus Idh 1

Malátdehydrogenasa (E.C.1.1.1.37): má 2 lokusy – Mdh 1 (chromozom 5) a Mdh 2 (chromozom 3), oba jsou unimorfni

NADH dehydrogenasa (E.C.1.6.99): má 2 lokusy – Ndh 1 (chromozom 4) s 2 alelami (též v kořenech) a Ndh 2, unimorfni

Fosfoglukomutasa (E.C.2.7.5.1): má pouze 1 unimorfni lokus Pgm 1 (chromozom 4)

Fosfoglukonát dehydrogenasa (E.C.1.1.1.43): s 2 lokusy Pgd 1 (unimorfni) a Pgd 2 (chromozom 5) s 2 alelami

Šikimát dehydrogenasa (E.C.1.1.1.25): má 1 unimorfni lokus Sdh 1 (chromozom 7)

#### *Enzymové lokusy v kořenech stanovené SGE (Nielsen, Johansen, 1986)*

Kyselá fosfatasa (E.C.3.1.3.2): má lokusy Acp 2 a Acp 4, které se vyskytují také v listech

Alkoholdehydrogenasa (E.C.1.1.1.1): má 2 unimorfni lokusy Adh 1 a Adh 2 (oba chromozom 4)

Glutamát dehydrogenasa (E.C.1.4.1.2): má 1 unimorfni lokus Gdh 1

NADH dehydrogenasa (E.C.1.6.99): lokus Ndh 1 (chromozom 4) se 2 alelami, vyskytuje se také v listech, stejně jako unimorfni lokus Ndh 2; lokus Ndh 3 má 4 alely a Ndh 4 (chromozom 2) 2 alely

#### *Enzymové lokusy v embryu a endospermu stanovené SGE (Nielsen, Johansen, 1986)*

Amino-peptidasa (E.C.4.11.1): unimorfni lokus Amp 1 (chromozom 6) byl zjištěn jak v embryu, tak v listech

α-amylasa (E.C.3.2.1.1): v klíčícím endospermu byl zjištěn lokus Amy 1 (chromozom 6) se 2 alelami

β-amylasa (E.C.3.2.1.2): má lokus Bmy 1 (chromozom 4) se 2 alelami nalezenými v klíčícím endospermu

Dipeptidasa (E.C.3.4.13.11) a endopeptidasa (E.C. 3.4.22.?): mají po 1 unimorfni lokus Dip 1 (chromozom 6) a Enp 1 (chromozom 1)

Esterasa (E.C.3.1.1.?): v embryu a nezralém endospermu byl zjištěn lokus Est 3 (chromozom 1) a Est 10 (chromozom 3), každý pouze s jednou alelou

Glukosa-6-fosfát dehydrogenasa (E.C.1.1.1.49): lokus Gpd 1 (chromozom 2) byl zjištěn v embryu a v listu

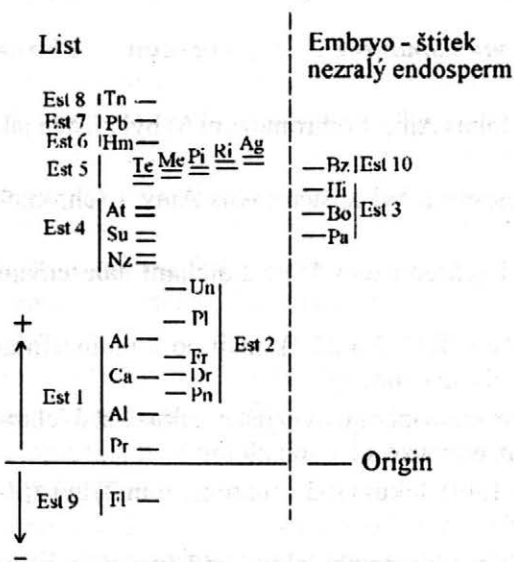
Katalasa (E.C.1.11.1.6): v embryu byl zjištěn 1 unimorfni lokus Cat 1 (rovněž v listu)

Peroxidasa (E.C.1.11.1.7): ve zralém endospermu byl zjištěn lokus Prx 4 (chromozom 1) se 3 alelami

Jako příklad je možné uvést přehled esterasových lokusů a alel (tab. I) a schéma jejich elektroforeogramu ve škrobovém gelu (obr. 1) (Hvid, Nielsen, 1977).

### Nomenklatura alel

Hvid a Nielsen (1977) navrhli nomenklaturu pro alely esterasových lokusů, která byla postupně rozšířena i na alely ostatních enzymových i hordeinových lokusů (Nielsen, Johansen, 1986). Tři písmena symbolizují enzym nebo protein (např. Prx, Hor), číslice udává lokus (1 až  $n$ ) a dvě písmena název alely podle odrůdy ječmene, v níž byla alela poprvé zjištěna. Aktivní a neaktivní (silent) alely jsou rozlišeny velkým a malým počátečním písmenem. Uvedená nomenklatura je odvozena od vybraných monomorfních odrůd ječmene a není tedy závislá na použité metodě elektroforézy (tab. I a obr. 1). Původně použitou symboliku pro alely esterasových lokusů uvádějí v klasické práci Kahler a Allard (1970). Zde je popisováno sedm lokusů esteras A, B, C, D, E, F, G a v rámci nich alely označené čísly podle hodnoty relativní elektroforetické mobility. Nevýhodou tohoto názvosloví alel je jeho závislost na přesných metodických podmínkách elektroforézy. Tuto nevýhodu odstraňuje právě tato nová nomenklatura (Hvid, Nielsen, 1977). Nevo et al. (1979) použili označení alel v každé dílčí studii písmeny a, b, c v pořadí podle stoupající hodnoty anodické mobility. U vysoce polyalelických systémů s více pruhy (např.  $\alpha$ -amylázy) lze jednotlivé fenotypy číslovat (Brown, Jacobsen, 1982). Posledně uvedené dva přístupy neumožňují porovnání mezi více studiemi a různými laboratořemi a navíc jsou málo informativní.



1. Diagram isoenzymů esteras listu, embrya, štítku a nezralého endospermu ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.) – Est 4 a Est 5 tvoří dvojité pruhy (Hvid, Nielsen, 1977)

I. Označení lokusů a alel 27 variant esteras ječmene setého (*H. vulgare* L.) – Hvid, Nielsen (1977)

| Orgán, pletivo                          | Lokus  | Alela | Odrůda          |
|-----------------------------------------|--------|-------|-----------------|
| Listy                                   | Est 1  | Pr    | Prentice        |
|                                         | Est 1  | Al    | Algerian        |
|                                         | Est 1  | Ca    | Carlsberg II    |
|                                         | Est 1  | Af    | Afghan I        |
|                                         | Est 2  | Dr    | Drost           |
|                                         | Est 2  | Pn    | Pannier         |
|                                         | Est 2  | Fr    | Freja           |
|                                         | Est 2  | Pl    | Palmella Blue   |
| Nezralý endosperm<br>a štítek s embryem | Est 2  | Un    | Union Beardless |
|                                         | Est 3  | Pa    | Palmella Blue   |
|                                         | Est 3  | Bo    | Bonus           |
| Listy                                   | Est 3  | Hi    | Himalaya        |
|                                         | Est 4  | Nz    | New ZZ          |
|                                         | Est 4  | Su    | Sultan          |
|                                         | Est 4  | At    | Atlas           |
|                                         | Est 5  | Te    | Tern            |
|                                         | Est 5  | Me    | Meloy           |
|                                         | Est 5  | Pi    | Pannier         |
|                                         | Est 5  | Ri    | Rikote          |
|                                         | Est 5  | Ag    | Afghan          |
|                                         | Est 6  | Hm    | Himalaya        |
|                                         | Est 7  | Pb    | Palmella Blue   |
|                                         | Est 8  | Tn    | Tern            |
|                                         | Est 9  | Fl    | Flynn           |
| Nezralý endosperm<br>a štítek s embryem | Est 9  | ne    | New ZZ          |
|                                         | Est 10 | Bz    | Betzes          |
|                                         | Est 10 | ly    |                 |

**Identifikace odrůd ječmene**

Pro účely identifikace odrůd ječmene doporučili Nielsen a Johansen (1986) využít dvou hordeinových a 39 isoenzymových lokusů stanovených elektroforézou v polyakrylamidovém a škrobovém gelu. Pomocí těchto biochemických markerů bylo možné (až na čtyři výjimky) zcela rozlišit 66 dánských odrůd ječmene. Dva hordeinové lokusy Hor 1 a Hor 2 umožnily jejich rozdělení na 34 skupin, další rozdělení potom poskytly jednotlivé enzymové lokusy, jak je patrné z tab. II. Andersen (1982) uvádí charakterizaci 47 odrůd ječmene na základě tří morfologických charakteristik zrna a polymorfismu enzymových systémů  $\alpha$ - a  $\beta$ -amylas.

II. Přehled studovaných proteinových a enzymových lokusů; rozlišovací schopnost systému byla charakterizována počtem skupin, do nichž bylo rozděleno 66 odrůd ječmene po 10 elektroforézách (Nielsen, Johansen, 1986)

| Gel č. | Lokusy                                              | Počet skupin |
|--------|-----------------------------------------------------|--------------|
| 1      | Adh 1, 2, Gdh 1                                     | 1            |
| 2      | Est 3,10,Dip 1,Enp 1, Gpd 1                         | 1            |
| 3      | Idh 1, Mdh 1, 2, Pgm 1, Sdh 1                       | 1            |
| 4      | Prx 4                                               | 4            |
| 5      | Ndh 1, 2, 3, 4                                      | 7            |
| 6      | Amy 1, Bmy 1                                        | 7            |
| 7      | Acp 2, 3                                            | 10           |
| 8      | Aco 1, 2, Gpi 1, 2, Pdg 1, 2                        | 12           |
| 9      | Amp 1, Cat 1, Acp 4, Est 1, 2, 4, 5, 9, Aat 1, 2, 3 | 17           |
| 10     | Hor 1, 2                                            | 34           |

Šašek et al. (1990a, b) vypracovali katalog hordeinových spekter a alelických bloků pro celý československý sortiment jarních i ozimých odrůd ječmene. Sýkorová a Hadačová (1992) charakterizovaly některé hordeinově identické odrůdy (příp. hordeinové linie) z tohoto sortimentu pomocí isoenzymů esteras v zrně, což umožnilo v některých případech i jejich vzájemné rozlišení. Další doplňující charakterizaci genotypů ječmene poskytlo využití spekter esteras a kyselých fosfatů zrna (Sýkorová, 1995). Alely esterasových lokusů Est 1, Est 2, Est 4 a Est 5 v listech ječmene byly stanoveny elektroforézou v polyakrylamidovém gelu u souboru českých a slovenských odrůd (Sýkorová, Šašek, 1996). Tento soubor byl definován i z hlediska hordeinových signálních genů a stanovena genetická struktu-



ra odrůd jako čistých linií či populací a stupeň homozygotnosti hordeinových genů. Vypracovaný katalog souborů hordeinových alelických bloků umožňuje identifikaci jarních a ozimých odrůd ječmene ve vzorku semen (Šašek et al., 1995). Polymorfismus hordeinů u souboru 228 odrůd jarního ječmene bývalého SSSR uvádějí Pomorcev et al. (1994).

Bereme-li v úvahu nerovnoměrnost výskytu alel hordeinových lokusů a jejich vzájemně vázanou dědičnost, cca 20 % existujících odrůd ječmene není možné rozlišit pomocí elektroforézy hordeinů. K jejich diferenciaci je nutné použít kromě již zmíněných enzymových lokusů další doplňkové polymorfní bílkovinné lokusy, např. pro bílkoviny endospermu rozpustné v alkalickém prostředí – gluteliny (Glazko, Sozinov, 1993). Pomocí elektroforézy glutelinů ječmene byly nalezeny významné meziodrůdové rozdíly jak ve vysokomolekulárních, tak i v nízkomolekulárních zónách spektra. Ze získaných výsledků (Pomorcev et al., 1985) vyplývá, že podle spekter glutelinů v oblasti molekulové hmotnosti od 35 000 do 46 000 D je pozorována proměnlivost podmíněná výlučně rozdíly v glutelinové frakci. To svědčí o existenci dříve u ječmene neznámých lokusů kontrolujících syntézu komponent glutelinů. Tím se rozšiřují a zpřesňují možnosti identifikace odrůd ječmene podle biochemických markerů zvláště ve šlechtění a semenářství (Ladogina et al., 1987).

### Markerování vlastností a znaků

Enzymové alely se mohou uplatnit rovněž jako markery některých vlastností, např. odolnosti k žluté virové mozaice ječmene (BaYMV). Konishi a Matsuura (1987) uvádějí, že všechny linie odolné proti BaYMV mají shodný genotyp esterasových alel na lokusech Est 1, Est 2 a Est 4 s čínskou jarní odrůdou ječmene Mokusekko 3. Uvedení autoři zjistili, že gen odolnosti k BaYMV je ve vazbě s třemi rovněž vzájemně vázanými esterasovými lokusy Est 1-Est 2-Est 4, které jsou lokalizovány na terminálním konci dlouhého ramene chromozomu 3. Konishi et al. (1989) uvádějí, že hodnoty rekombinace se v tomto případě nacházejí v intervalu 1,12–1,26 %. Tato vazba má praktický význam, protože soubor isoenzymů esteras může být využit pro nepřímý screening rezistence k BaYMV. Kaiser a Friedt (1992) dokázali pomocí genetické analýzy, že gen rezistence k mírné mozaice ječmene (BaMMV) u německých ozimých odrůd ječmene je lokalizován na dlouhém rameni chromozomu 3 a je pravděpodobně ve vazbě s geny pro esterasové lokusy Est 1-Est 2-Est 4.

Byla prokázána vazba genů rezistence ke rzi *Puccinia hordei* s geny některých enzymů u zpětných kříženců kulturního ječmene odrůdy Clipper s vnesenými segmenty z *Hordeum spontaneum*. V jednom případě byl gen rezistence *Rph 10* lokalizovaný na chromozomu 3 vázán s isozymovým lokusem Est 2 ( $r = 0,15 \pm 0,05$ )

a v druhém případě gen *Rph 11* byl na chromozomu 6 vázán s isozymovými lokusy *Acp 3* ( $r = 0,07 \pm 0,02$ ) a *Dip 2* ( $r = 0,11 \pm 0,02$ ) (Feuerstein et al., 1990).

Také hordeiny se mohou uplatnit jako markery rezistence k padlí travnímu, neboť lokus odolnosti k tomuto patogenu *MI-a* se nachází mezi hordeinovými lokusy *Hor 1* a *Hor 2* na chromozomu 5 (Doll, Jensen, 1986). Příčinou velké odrůdové variability hordeinů je pravděpodobně tato vazba. Geny rezistence k padlí *MI-a* byly vnášeny do kulturních odrůd z různých zdrojů a předpokládá se, že spolu s nimi byly přeneseny „zaháknutím“ (hitch hiking) i různé hordeinové geny (Shewry et al., 1979).

### Studium genetiky, evoluce a geografické variability populací ječmene

Přestože ječmen je ideálním modelem pro genetické studie čistých linií, velmi dobře se uplatnil i jako modelová rostlina pro studium genetiky rostlinných populací. Suneson (1956) vyvinul ve šlechtění ječmene techniku složených hybridů (composite cross) představovaných heterogenními populacemi, které vznikly smícháním potomstev křížení mezi řadou linií. Jestliže je navíc křížení usnadněno genovou samčí sterilitou, může být řada rodičovských linií využita jako zdroj pylu. Tyto heterogenní populace jsou každoročně pěstovány na poli a sklizeny jako směs, přičemž přírodní výběr v rámci populace vede ke genetickým změnám. Analýzou více generací současně je potom možné studovat změny v populaci v průběhu času. Takovou modelovou situaci lze jen obtížně realizovat ve většině přírodních populací, a proto materiály tohoto typu jsou tak důležité pro studium evolučních změn jako dynamických procesů (Brown, 1983).

Allard (1988) popsal změny genů a změny ve frekvenci výskytu genotypů během času ve složených křížencích. Byl charakterizován blok těsně vázaných lokusů esterasy *Est 1-Est 2-Est 4* v řadě generací a časová proměnlivost morfologických a kvantitativních znaků. Evoluční změny alozymových frekvencí výskytu byly statisticky významné. Lze předpokládat, že výběr je kontrolován souhrou etap ontogeneze, biochemických a fyziologických procesů – to znamená, že se upevňují optimální vzájemné vztahy mezi znaky. Kvantitativní vztahy mezi znaky vedou k tomu, že výběr podle jednoho znaku vede ke změnám v ostatních souvisejících znacích organismu.

Allard (1992) dále podrobně sledoval genetické změny vzniklé v důsledku přirozeného a umělého výběru, zejména v potomstvu složených hybridů ječmene, a změny v zastoupení alelických variant jednotlivých morfologických znaků, rezistenci k chorobám, výskytu alozymů a RFLP vznikající při přechodu planých druhů v kulturní. Bylo zjištěno, že v důsledku kultivace nastává značné snížení genetické proměnlivosti v 25 studovaných lokusech, ale všechny alelické varianty se nechovaly stejně, některé se vyskytují častěji než ostatní, podle původního zastoupení alel v lokusu. Genetická proměnlivost zachovávaná u planých předků představuje hlav-

ní zdroj genů pro zlepšení vlastností zemědělských plodin, přesto však úroveň genetické proměnlivosti planých forem ve srovnání s kulturními je málo studována, a právě planý ječmen je ideálním modelem pro tyto studie (Brown, 1978).

Některé práce se zabývají geografickou proměnlivostí alelických sestav ječmene (Dai, Zhang, 1989). Za jedno z hlavních center původu domestikovaných forem ječmene je pokládán Tibet. V tomto regionu bylo studováno šest enzymových lokusů kulturního ječmene. Dva lokusy (Acp 1 a Got 1) byly monomorfní, u čtyř lokusů (Est 1, Est 2, Est 3, Est 4) byla zjištěna vysoká úroveň polymorfismu. Autoři se domnívají, že multilokusové asociace esterasy lokusů souvisejí s ekologickými faktory. Zjistili, že alelická sestava sledovaných lokusů ječmene z Tibetu se podstatně odlišovala od sestavy z jiných regionů. Tak např. lokus Acp 1 byl monomorfní pouze u ječmenů z Tibetu, zatímco byl vysoce polymorfní v jiných regionech. Nejčastěji se vyskytující alela Est 1 tibetského ječmene se méně často nacházela u ječmenů z ostatních zemí. Pro tibetský ječmen byla charakteristická vysoká úroveň proměnlivosti podle lokusů esterasy, avšak multilokusové asociace esterasy nevykázaly podstatné meziregionální rozdíly.

### Metody získání spekter bílkovinných a enzymových markerů

Pro dělení hordeinů (prolaminová frakce ječmenného zrna) se uplatňují metody elektroforézy v polyakrylamidovém gelu jak v klasickém provedení, tak i v přítomnosti SDS (dodecylsulfát sodný) (např. Doll, Andersen, 1981; Shewry, Ellis, 1978; Konarev, 1983; Metody ISTA – Draper, 1985) a ve škrobovém gelu v přítomnosti močoviny (Sozinov, 1985); pro dělení glutelinů (podjednotek s vysokou molekulární hmotností) elektroforetické dělení v polyakrylamidovém gelu v přítomnosti SDS (SDS-PAGE) (modifikace základní metody – Laemmli, 1970). Pro elektroforézu enzymů se s výhodou využívají metody škrobové gelové elektroforézy v alkalickém prostředí s možností příčného řezání gelových ploten a rozdílné detekce různých enzymových systémů v jednotlivých řezech (Scandalios, 1969; Guries, Ledig, 1978; Brown et al., 1978 Second, 1982; Harris, Hopkinson, 1978; Kephart, 1990) a také metody elektroforézy v polyakrylamidovém gelu v alkalickém [modifikace klasické metody, kterou navrhl Davis (1964) a Jones (1987)] nebo v neutrálním prostředí (Čajanova, Chavkin, 1990).

### Literatura

- ANDERSEN, H. J.: Isoenzyme characters of 47 barley cultivars and their application in cultivar identification. *Seed Sci. Technol.*, 10, 1982: 405–413.
- ALLARD, R. W.: Genetic changes associated with the evolution of adaptedness in cultivated plants and their progenitors. *J. Hered.*, 79, 1988: 648–652.

ALLARD, R. W.: Predictive methods for germplasm identification. Plant Breeding in the 1990s. C.A.B. International, 1992:119-146.

BROWN, A. H. D. – JACOBSEN, J. V.: Genetic basic and natural variation of -amylase isozymes in barley. Genet. Res. Camb., 1982.

BROWN, A. H. D. – ZOHARY, D. – NEVO, E.: Outcrossing rates and heterozygosity in natural populations of *Hordeum spontaneum* Koch in Israel. Heredity, 41, 1978: 49-62.

BROWN, A. H. D.: Barley. In: TANKSLEY, S. D. – ORTON, T. J. (Eds.): Isozymes in plant genetics and breeding. Amsterdam. Elsevier Sci. Publ. B.V., 1983: 57-77.

ČAJANOVA, S. S. – CHAVKIN, E. J.: Ispol'zovaniye nejtrafnogo poliakrilamidnogo gelja dlja izofermentnogo analiza peroksidaz i esteraz. Fiziol. Rast., 37, 1990: 1037-1039.

DAI, X. – ZHANG, Q.: Genetic diversity of six isozyme loci in cultivated barley of Tibet. Theor. Appl. Genet., 79, 1989: 281-286.

DAVIS, D. J.: Disc electrophoresis. I. Method and application to human serum protein. Ann. N.Y. Acad. Sci., 121, 1964: 404-427.

DOLL, H. – ANDERSEN, B.: Preparation of barley storage protein, hordein, for analytical sodium dodecyl sulfate - polyacrylamide gel electrophoresis. Analyt. Biochem., 115, 1981: 61-66.

DOLL, H. – BROWN, A. H. D.: Hordein variation in wild (*Hordeum spontaneum*) and cultivated (*Hordeum vulgare*) barley. Can. J. Genet. Cytol., 21, 1979: 391-404.

DOLL, H. – JENSEN, H. P.: Localization of powdery mildew resistance gene *Mlra* on barley chromosome 5. Hereditas, 150, 1986: 61-65.

DOLL, H.: A nearly non-functional mutant allele of the storage protein locus *Hor 2* in barley. Hereditas, 93, 1980.

DRAPER, S. R.: Standard reference method for the identification of varieties of wheat and barley by polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE). Seed Sci. Technol., 13, 1985, Sup. 1: 488 A-488 C.

FEUERSTEIN, U. – BROWN, A. H. D. – BURDON, J. J.: Linkage of rust resistance genes from wild barley (*H. spontaneum*) with isozyme markers. Pl. Breed., 104, 1990: 318-324.

GLAZKO, V. I. – SOZINOV, I. A.: Genetika izofermentov životnyh i rastenij. Kiev, Urožaj 1993.

GURIES, R. P. – LEDIG, F. T.: Inheritance of some polymorphic isozymes in pitch pine (*Pinus rigida* Mill.). Heredity, 40, 1978: 27-32.

HARRIS, H. – HOPKINSON, D. A.: Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics. North-Holland, Supplement 1978.

HART, G. E.: Genetic and chromosomal relationship among the wheats and their relatives. Stadler Symp., 11, 1979: 9-29.

HVID, S. – NIELSEN, G.: Esterase isoenzyme variants in barley. Hereditas, 87, 1977: 155-162.

- ISLAM, A. K. M. R. – SHEPHERD, K. W. – SPARROW, D. H. B.: Isolation and characterization of euplasmic wheat-barley chromosome addition lines. *Heredity*, 46, 1981: 161–174.
- JENSEN, J. – JØRGENSEN, J. H. – JENSEN, H. P. – GIESE, H. – DOLL, H.: Linkage of the hordein loci Hor 1 and Hor 2 with the powdery mildew resistance loci M1-k and M1-a on barley chromosome 5. *Theor. Appl. Genet.*, 58, 1980: 27–31.
- JONES, B. L.: Identifying United States malting barley varieties. In: *Biochemical identification of varieties. Mat. III. Int. Symp. ISTA, Leningrad 1987*: 195–199.
- KAHLER, A. L. – ALLARD, R. W.: Genetics of isozymes variants in barley. I. Esterases. *Crop. Sci.*, 10, 1970: 444–448.
- KAISER, R. – FRIEDT, W.: Gene for resistance to barley mild mosaic virus in German winter barley located on chromosome 3L. *Pl. Breed.*, 108, 1992: 169–172.
- KEPHART, S. R.: Starch gel electrophoresis in plant isozymes. A comparative analysis of techniques. *Amer. J. Bot.*, 77, 1990: 693–712.
- KONAREV, V.: Belki ratenij kak genetičeskije markery. Moskva, Kolos 1983.
- KONISHI, T. – KAWADA, N. – YOSHIDA, H. – SOUTOME, H.: Linkage relationship between two loci for the barley yellow mosaic resistance of Mokusekko and esterase isozymes in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Japan J. Breed.*, 39, 1989: 423–430.
- KONISHI, T. – MATSUURA, S.: Variation of esterase isoenzyme genotypes in a pedigree of Japanese two-rowed barley. *Japan J. Breed.*, 37, 1987: 412–420.
- KREIS, M. – RAHMAN, S. – FIRDE, B. G. – PYWELL, J. – SHEWRY, P. R. – MIFLIN, B. J.: Sub-families of hordein in RNA encoded at the Hor 2 locus of barley. *Mol. Gen. Genet.*, 191, 1983: 194–200.
- LADOGINA, M. P. – POMORCEV, A. A. – SOZINOV, A. A.: Ispol'zovanie metoda elektroforeza gljutenina dlja differenciaciji sortov jačmenja. *Dokl. VASCHNIL.*, 1987(8): 3–6.
- LAEMMLI, U. K.: Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 1970: 680–685.
- LINDE-LAURSEN, I. – DOLL, H. – NIELSEN, G.: Giemsa C banding patterns and some biochemical markers in a pedigree of European barley. *Z. Pfl.-Zücht.*, 88, 1982: 191–219.
- NEVO, E. – ZOHARY, D. – BROWN, A. H. D. – HABER, M.: Genetic diversity and environmental associations of wild barley, *Hordeum spontaneum*, in Israel. *Evolution*, 33, 1979: 815–883.
- NIELSEN, G.: The use of isozymes as probes to identify and label plant varieties and cultivars. In: LISS, A. R.: *Isozymes: Curr. Top. Biol. Med. Res.*, 12, 1985: 1–32.
- NIELSEN, G. – JOHANSEN, H. B.: Proposal for the identification of barley varieties based on the genotypes for 2 hordein and 39 isoenzyme loci of 47 reference varieties. *Euphytica*, 35, 1986: 717–728.



NILSON, L. R. – HERMELIN, T.: Isozyme variations in some barley varieties. Lantbrkshögsk. Ann., 32, 1966: 297–308.

PEDERSEN, S. – SIMONSEN, V.: Tissue specific and developmental expression of isozymes in barley (*Hordeum vulgare* L.). Hereditas, 106, 1987: 59–66.

POMORCEV, A. A. – NECVETAJEV, V. P. – LADOGINA, M. P. – KALABUŠKIN, B. A.: Polimorfizm gordeinov u sortov jarovogo jačmenja. Genetika, 30, 1994: 604–614.

POMORCEV, A. A. – NECVETAJEV, V. P. – SOZINOV, A. A.: Polimorfizm kulturno jačmenja po gordeinam. Genetika, 21, 1985: 629–639.

SCANDALIOS, J. G.: Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: A review. Biochem. Genet., 3, 1969: 37–39.

SECOND, G.: Origin of the genetic diversity of cultivated rice *Oryza* spp. polymorphism scored as 4 isozyme loci. Japan J. Genet., 57, 1982: 25–58.

SHEWRY, P. R. – ELLIS, J. R. S. et al.: A comparison of method for the extraction and separation of hordein fractions from 29 barley varieties. J. Sci. Fd. Agric., 29, 1978: 433–441.

SHEWRY, P. R. – FAULKS, A. J. – PICKERING, R. A. – JONES, T. I. – FINCH, R. A. – MIFLIN, B. J.: The genetic analysis of barley storage protein. Heredity, 44, 1980: 383–389.

SHEWRY, P. R. – PRATT, H. M. – FAULKS, A. J. – PARMAR, P. – MIFLIN, B. J.: The storage protein (Hordein) polypeptide pattern of barley (*Hordeum vulgare* L.) in relation to varietal identification and disease resistance. J. Nat. Inst. Agric. Bot., 15, 1979: 34–50.

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

SUNESON, C. A.: An evolutionary plant breeding method. Agron. J., 48, 1956: 188–191.

SÝKOROVÁ, S.: Elektroforetická spektra esteraz a kyselých fosfatů zrna povolených odrůd ječmene setého. Genet. a Šlecht., 31, 1995: 113–122.

SÝKOROVÁ, S. – HADAČOVÁ, V.: Characterization of some Czechoslovak cultivars of spring barley by means of esterase isoenzymes. Scientia Agric. bohemoslov., 24, 1992: 189–206.

SÝKOROVÁ, S. – ŠAŠEK, A.: Alely esterazových lokusů u souboru českých odrůd jarního a ozimého ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.) Genet. a Šlecht., 32, 1996: 00–00.

ŠAŠEK, A. – BRADOVÁ, J. – ČERNÝ, J. – NECVETAJEV, V. P.: A catalogue of electrophoretic hordein spectra in the assortment of winter barley varieties and new varieties. Scientia Agric. bohemoslov., 22, 1990a: 11–21.

ŠAŠEK, A. – BRADOVÁ, J. – ČERNÝ, J.: Hordeinové signální geny povolených českých a slovenských odrůd ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.). Potravní vědy, 13, 1995: 57–69.



ŠAŠEK, A. – ČERNÝ, J. – NECVETAJEV, V. P. – BRADOVÁ, J.: A catalogue of electrophoretic hordein spectra of Czechoslovak certified spring barley varieties. Scientia Agric. bohemoslov., 22, 1990b: 1-10.

### Enzyme systems of barley (*Hordeum vulgare* L.) as genetic markers

Proteins as the primary products of genes can match the criteria set up for genetic markers very well: a high degree of genetically fixated polymorphism, codominant inheritance, allele discriminability within the individuals, independence on environmental conditions. In general proteins including enzymes that exhibit genetic polymorphism can be used as differential markers of varieties and cultivars, enabling to achieve much more effects than the traditional morphological traits.

On the basis of 51 literary references, the study presents the use of enzymatic systems of barley (*Hordeum vulgare* L.) as genetic markers for genetic analyses, variety and genotype identification, markering of characteristics and traits, population studies and geographic variability in barley. The most important references to the methods of enzyme and protein electrophoresis in starch gel or polyacrylamide gel are also mentioned.

---

#### Kontaktní adresa:

Mgr. Světlana Sýkorová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby,  
161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/360 851, fax: 02/365 228

## Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

---

### Seminář šlechtitelů

Dne 31. ledna 1996 se uskutečnil na Mendelově zemědělské a lesnické univerzitě v Brně tradiční, v pořadí již pátý seminář šlechtitelů. Po dohodě s GA ČR a NAZV informovali někteří řešitelé grantů obou agentur o cílech a výsledcích projektů souvisejících s problematikou zajímavější právě šlechtitele.

V úvodu semináře vystoupil prof. dr. H. Becker z univerzity v Göttingenu (SRN) s přednáškou Šlechtění mezi tradicí a pokrokem – Mendel, markery a genetické konstrukce. Nesporným přínosem pro většinu účastníků semináře byla ta část přednášky, v níž hovořil o identifikaci odrůd, identifikaci genů, prognóze heterozygů a identifikaci lokusů některých kvantitativních znaků u řepky. Domnívá se, že širší využití transgenů nebude v nejbližší době možné.

Nestor českých šlechtitelů doc. Ing. J. Bouma, CSc., ve svém vystoupení připomněl historii vzniku prvního radiomutantu ječmene Diamant povoleného v roce 1965, a podíl této odrůdy na vzniku dalších celkem 41 odrůd diamantového typu, povolených v ČR a SR do roku 1995.

Seminář pokračoval vystoupením uvedených řešitelů nebo spoluřešitelů, kteří podali informaci o řešených výzkumných projektech:

- J. Bednář (MZLU Brno): Účelová tvorba genových zdrojů pšenice se zlepšenou produktivitou klasu.
- L. Bláha (VÚRV Praha-Ruzyně): Fyziologické a genetické aspekty příjmu, transportu a využití živin obilovinami.
- V. Blažková (VÚRV Praha-Ruzyně): Analýza populace rodu *Tilletia* na pšenici a selekce a tvorba rezistentních genotypů ozimé pšenice k sněti mazlavé a zakrslé.
- L. Dotlačil (VÚRV Praha-Ruzyně): Národní program konzervace a využití genofundu rostlin.
- A. Dreiseitel (ZVÚ Kroměříž, s.r.o): Výzkum teoretických a praktických problémů spojených s tvorbou, zkoušením a pěstováním odrůdových směsí jako krok k diverzifikaci pěstování obilovin.
- J. Ehrenbergerová (MZLU Brno): Zlepšení genetického potenciálu lupiny andské.
- R. Hanušová (VÚRV Praha-Ruzyně): Výzkum a tvorba genových zdrojů pro šlechtění pšenice na odolnost k hlavním listovým a klasovým chorobám.

- O. Chloupek (MZLU Brno): Metody šlechtění sladovnického ječmene.
- L. Kučera (VÚRV Praha-Ruzyně): Gametická selekce v prašníkových a mikrosporových kulturách *Triticum aestivum* L. a *Hordeum vulgare* L.
- V. Kučera (VÚRV Praha-Ruzyně): Introdukce specifických genů pomocí haploidního systému u druhu *Brassica napus* L.  
Využití embryogenních systémů *in vitro* pro zvýšení efektivity šlechtitelských metod u brukvovitých plodin.
- F. Macháň (ZVÚ Kroměříž, s.r.o.): Genetická stabilizace nových donorů pšenice z křížení pšenice x kukuřice pomocí haploidní techniky.
- V. Minaříková (ZVÚ Kroměříž, s.r.o.): Analýza populací původce hnědé skvrnitosti ječmene na území České republiky.
- J. Nedělník (VÚ pčinnářský Troubsko, s.r.o.): Národní program konzervace a využití genofondu jetelovin.  
Využití biotechnologických metod pro tvorbu zárodečné plazmy jetelovin se zvýšenou úrovní rezistence a kvality.  
Změny v biochemismu rostlin leguminóz rezistentních k virovým a houbovým patogenům.  
Výzkum vzájemného působení kulturních druhů jetelovin a trav v travních ekosystémech.  
Úloha fytoalexinů v rezistenci *Trifolium pratense* vůči viru žluté mozaiky fazolu a houbám rodu *Fusarium*.
- J. Ovesná (VÚRV Praha-Ruzyně): Využití DNA markerů u obilovin.
- J. Pavlas (VÚB Havlíčkův Brod): Tvorba nových genotypů brambor využitím variability dostupné v genových zdrojích.  
Výzkum genetických zdrojů u diploidních druhů brambor.
- P. Šitner (JU České Budějovice): Průzkum genotypové podmíněnosti vytrvalosti víceletých pčinnů při lučném a pastevním využívání v ekosystému podhorské oblasti.
- M. Špunarová (ZVÚ Kroměříž, s.r.o.): Studium a tvorba genotypů sladovnického ječmene s nízkým obsahem anthokyanogenů pro výrobu sladu a koloidně stabilních piv.
- J. Vacke (VÚRV Praha-Ruzyně): Virologické a genetické základy šlechtění obilovin na odolnost k viru žluté zakrslosti ječmene – BYDV.
- K. Vaculová (ZVÚ Kroměříž, s.r.o.): Predikce krmné kvality zrna nových materiálů obilovin.
- J. Zimolka (MZLU Brno): Výzkum ječmene pro zdravou lidskou výživu a krmné monogastrických zvířat.

V průběhu semináře prof. Chloupek jako předseda Komise genetiky, šlechtění a semenářství (KGŠS) Odboru rostlinné výroby ČZV informoval o některých or-

ganizačních záležitostech komise, především o volbě nového výboru KGŠS a o možnosti ustavení samostatného odboru GŠS ČAZV. Z 88 přítomných účastníků semináře se 46 účastnilo volby nového výboru komise a 18 se vyjádřilo k ustavení samostatného odboru. Bylo dohodnuto, že i ti, co se semináře nezúčastnili, mohou písemně navrhnout členy výboru KGŠS (budou k tomu písemně vyzváni).

Na závěr semináře se účastníci shodli, že příští setkání šlechtitelů bude zaměřeno na semenářství.

*Doc. Ing. Jan Bednář, CSc., Ing. Jaroslava Ehrenbergerová, CSc.*

# NEKROLOG

## Za dr. Ing. Stanislavem Bencem, CSc.

Dr. Ing. Stanislav Benc, CSc., se narodil 11. 11. 1919 v Samotíně v okrese Havlíčkův Brod v rodině drobného rolníka. Po absolvování Vyšší rolnické školy v Čáslavi začal v roce 1938 studovat na Vysoké škole zemědělské v Praze. Po zavření vysokých škol nastoupil jako volontér u rolnického družstva v Havlíčkově Brodě, ale krátce nato byl v roce 1940 nasazen na nucené práce do Německa. Nejprve pracoval v muniční továrně, později se dostává na šlechtitelskou stanici univerzity v Halle na Sálou, kterou vedl prof. Römer. Zde byl zařazen mezi učedníky na řemeslo šlechtitelského technika a tím prakticky začala i jeho celoživotní dráha ve šlechtění.

Od září 1943 nastoupil jako externí učitel na rolnické škole v Hradci Králové. Po otevření vysokých škol se vrací dokončit studia na Vysoké škole zemědělské. Již během studia pracoval jako asistent v Ústavu pro zušlechťování rostlin pod vedením prof. J. Jelínka, jednoho ze zakladatelů moderního českého šlechtění. Po ukončení vysoké školy zde dokončuje doktorskou disertaci. Z vysoké školy odchází pracovat do šlechtitelského oddělení Osevy, v jehož čele stál prof. Václav Stehlík. Na přání prof. Stehlíka přechází v roce 1949 do Semčic jako vedoucí šlechtitelské stanice, která byla specializována na šlechtění cukrovky. V Semčicích po vzniku Výzkumného ústavu řepářského vedl oddělení fytopatologie. V letech 1957–1970 řídil šlechtitelskou práci na pracovištích VÚŘ Semčice v Kostelci u Křížku a ve Stupicích. Kandidátskou disertační práci obhájil v roce 1966.

Z období, v němž se věnoval výzkumu a šlechtění cukrovky, publikoval řadu prací v odborných časopisech a byl spoluautorem základních knižních publikací (Řepářství – Praha, ČSAZV 1956; Cukrová repa – Bratislava, Slov. vyd. poľnohosp. lit. 1960; Obecná genetika – Praha, SPN 1979).

Věnoval se i pedagogické práci. Přednášel např. externě v letech 1968–1971 na Přírodovědecké fakultě Karlovy univerzity předmět Speciální šlechtění a podílel se na vzniku učebnice pro SZTŠ a SVVŠ kapitolami o genetice a šlechtění.

V roce 1969 předává rozpracovaný šlechtitelský materiál cukrovky do Kralic na Hané a přebírá vedení oddělení šlechtění ječmene jarního na Šlechtitelské stanici ve Stupicích. Zaměřil se na šlechtění sladovnického ječmene a podle tehdejších požadavků i na ječmen krmný. Výsledkem tohoto úsilí bylo povolení odrůdy sladovnického ječmene Mars v roce 1983. Tato odrůda byla registrována i v Maďarsku.

V roce 1984 odchází dr. Benc do důchodu. Předává šlechtitelský materiál svým nástupcům, takže má autorský podíl i na významné odrůdě ječmene jarního Akcent, která je v současné době pěstována na více než čtvrtině ploch ječmene jarního

v České republice. Až do roku 1993 pomáhal jako důchodce v období špičkových prací při šlechtění pšenice ve Šlechtitelské stanici ve Stupicích se všemi odbornými pracemi a podle potřeby překládal do němčiny.

Byl členem redakční rady časopisu Genetika a šlechtění v letech 1978 až 1985.

I v době, kdy zákeřná choroba oslabovala jeho fyzické síly, měl zájem o práci šlechtitelské stanice, o své okolí a až do posledních dnů sledoval vývoj šlechtění u nás i v zahraničí. Zemřel 25. února 1996 ve Stupicích. Jeho život byl velmi aktivní a úspěšný i díky vzornému manželství – jeho paní s ním 52 let sdílela všechny jeho starosti a pomáhala ve šlechtění jemu i stupické stanici.

Všichni, kteří jsme ho znali, jsme obdivovali jeho odborné znalosti, pracovní elán a lásku k zemědělské profesi.

*Ing. Alena Hanišová*



# Nové odrůdy

## Pšenice ozimá Alka

**Povolena:** Česká republika 1995

SRN 1995

**Šlechtelská práva:** SELGEN, a.s., Praha 1995

**Šlechtitel a udržovatel:** SELGEN, a.s., Šlechtitelská stanice Úhřetice

**Rodokmen:** Hana x Mercia

**Metoda šlechtění – rodokmenová:** Klasový výběr v  $F_3$  generaci, v  $F_4$  dvouřádkové mikroparcely, v  $F_5$  první výnosové zkoušky na  $7\text{ m}^2$ , od generace  $F_6$  hodnocen výnos zrna na parcelách  $10\text{--}15\text{ m}^2$  postupně ve více opakováních a na více lokalitách. Selekcce na odolnost k hlavním chorobám byla prováděna od generace  $F_2$ , většinou umělými infekcemi padlí travního a rzemi, od  $F_6$  rovněž *Septoria nodorum* a *Fusarium* sp. a chorobami pat stébel. Podrobnější testy pekařské jakosti, mrazuvzdornosti, odolnosti k porůstání zrna a výdrolu byly prováděny od generace  $F_6$ . Po tříletých oficiálních zkouškách byla linie UH-540 (WW-2114 v SNR) povolena v generaci  $F_{10}$  pod názvem Alka (v SRN Moldau).

**Odolnost k chorobám:** Ve srovnání se sortimentem povolených odrůd má vyšší toleranci k fuzáriu v klasu, dobrou odolnost k padlí travnímu, braničnatce plevové a chorobám pat stébel, střední ke rzi pšeničné, plevové a travní.

**Genetické založení odolnosti:** Odolnost ke rzi travní a pšeničné je řízena dosud nepojmenovanými geny (+), k padlí travnímu – *U2*.

**Jakost:** Pekařská jakost A7. Gluteninové podjednotky 6+8 a 5+10. Vyšší obsah hrubých bílkovin, dobrá sedimentační hodnota a vyšší číslo pádu. Vyšší objemová hmotnost zrna. Stabilita jakosti i v méně příznivých podmínkách pěstování. Odolnost k porůstání zrna je dobrá.

**Mrazuvzdornost:** Nižší, hodnocena bodem 4.

**Výnos zrna:** V průměru státních zkoušek (1992–1995) 99–111 % na průměr kontrolních odrůd. Nejvyšší výnos v chladnějších pěstitelských podmínkách.

**Ostatní vlastnosti:** Poloraná odrůda se střední délkou stébla (95–100 cm) a střední odolností k poléhání. Klas je bílý, jehlancovitý, řídký, osinkatý.

## Winter wheat Alka

**Registered:** Czech Republic 1995

Germany 1995

**Plant breeders' rights:** SELGEN, a.s., Prague, Czech Republic 1995

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

**Parentage:** Hana x Mercia

**Breeding method – pedigree:** Individual ear selections from F<sub>3</sub>, double rows microplots in F<sub>4</sub>, in F<sub>5</sub> first yield trials on 7 m<sup>2</sup> plots. From F<sub>6</sub> grain yield was evaluated progressively in more replications and on more locations with plot size 10–15 m<sup>2</sup>. Screening for disease resistance was practised from F<sub>2</sub> mainly under artificial infections with mildew and rusts, from F<sub>6</sub> also with *Septoria nodorum*, *Fusarium* sp. and foot diseases. More detailed analyses of baking quality, frost resistance, sprouting and shedding were performed from F<sub>6</sub>. After three years of official trials line UH-540 (WW-2114 in Germany) was registered in F<sub>10</sub> as Alka (Moldau in Germany).

**Disease resistance:** In comparison with registered varieties Alka is more tolerant to *Fusarium* sp. in ears, it has good resistance to mildew, *Septoria nodorum* and foot diseases, medium resistance to yellow rust, stem rust and brown rust.

**Resistance genes:** Stem rust and brown rust (+) – till unnamed genes, mildew – U 2.

**Quality:** Baking quality A7. Glutenin subunits 6+8, 5+10. Higher protein content, good sedimentation value and higher falling number, high volume weight. The bread-making quality is also constant from less favourable growing conditions. Good sprouting resistance.

**Frost resistance:** Lower, evaluated with note 4.

**Grain yield:** In average of official variety tests (1992–1995) yields 99–111% to average. The yield have been very high in cool locations.

**Other characteristics:** A medium early variety with average straw length (95–100 cm) and average lodging resistance. Ear is white, tapering and lax, scurs are present.

Ing. Pavel Amler, Ing. Ludmila Bobková, CSc.

SELGEN, a.s., Šlechtitelská stanice Úhřetice, 538 32 Úhřetice

tel.: 0455/692 913, fax: 0455/692 939

## Pšenice ozimá Mona

**Povolena:** Česká republika 1994

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

**Šlechtitel a udržovatel:** SELGEN, a.s., Šlechtitelská stanice Úhřetice

**Rodokmen:** Iljičovka x L-6508-74

**Metoda šlechtění – rodokmenová:** Individuální výběr klasů v  $F_3$ , dvouřádkové mikroparcely v  $F_4$ , výnos zrna hodnocen v  $F_5$  na parcelách  $7\text{ m}^2$ , od  $F_6$  do  $F_8$  na parcelách  $10\text{--}15\text{ m}^2$ , postupně více opakování na více lokalitách. Od  $F_6$  prováděny reselekcce z vybraných linií. Selekcce na odolnost k chorobám byla prováděna průběžně od  $F_3$ , převážně při umělé infekci k padlí travnímu a rzím, od  $F_6$  také na odolnost k *Septoria nodorum* a k chorobám pat stébel. Podrobnější testy pekařské jakosti, mrazuvzdornosti, odolnosti k porůstání a výdrolu byly prováděna od generace  $F_6$ . Po tříletém zkoušení bylo nové šlechtění UH-MI-61A povoleno pod názvem Mona ( $F_{11}$ ).

**Odolnost k chorobám:** Ve srovnání se sortimentem povolených odrůd má Mona velmi dobrou odolnost ke rzi travní, dobrou k padlí travnímu a braničnatce plevové, střední ke rzi plevové a pšeničné a slabší k chorobám pat stébel. Je středně tolerantní k BYDV. Patří do skupiny odrůd s translokací 1BL/1RS.

**Genetické založení odolnosti:** Padlí travní – *Pm 8*, rez plevová – *Yr 9*, rez pšeničná – *Lr 26*, rez travní – *Sr 31* (VÚRV Praha-Ruzyně).

**Jakost:** Pekařská jakost A7–8. Gluteninové podjednotky: 7+8 a 5+10. Objem pečiva vyšší, dobrá vaznost mouky, velmi dobré senzorycké hodnocení, obsah bílkovin střední, průměrná sedimentační hodnota a číslo pádu. Vyšší HTS a objemová hmotnost.

**Mrazuvzdornost:** Vysoká, hodnocena stupněm 7–8.

**Výnos zrna:** Středně výnosná odrůda (95–98 % na víceletý průměr), vhodná do středně intenzivních pěstitelských podmínek.

**Ostatní vlastnosti:** Poloraná odrůda s vyšší délkou stébla (105–110 cm), středně odolná k poléhání. Klas je bílý, jehlancovitý až hranolovitý, středně hustý, osinatý. Zrno je velké, červené.

## Winter wheat Mona

**Registered:** Czech Republic 1994

**Plant breeders' rights:** SELGEN, a.s., Prague, Czech Republic 1995

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

**Parentage** Iljičovka x L.-6508-74

**Breeding method – pedigree:** Individual ear selection from F<sub>3</sub>, double rows microplots in F<sub>4</sub>, in F<sub>5</sub> first yield trials on 7 m<sup>2</sup>, from F<sub>6</sub> to F<sub>8</sub> grain yield was evaluated progressively in more replications on more locations with plot size 10–15 m<sup>2</sup>. Ear reselection from the best lines started in F<sub>6</sub>. Screening for disease resistance was practised from F<sub>3</sub> mainly under artificial infections with mildew and rusts, from F<sub>6</sub> also with *Septoria nodorum* and foot diseases. More detailed analyses of baking quality, frost resistance, sprouting and shedding were performed from F<sub>6</sub>. After three years of official trials the new breeding UH-MI-61A was registered in F<sub>11</sub> as Mona.

**Disease resistance:** In comparison with registered varieties Mona has a very good resistance to stem rust, good resistance to mildew and *Septoria nodorum*, medium resistance to yellow rust, brown rust and lower resistance to foot diseases. It is medium tolerant to BYDV. The variety belongs to a group of varieties with the 1BL/1RS translocation.

**Resistance genes:** Mildew – *Pm 8*, yellow rust – *Yr 9*, brown rust – *Lr 26*, stem rust – *Sr 31* (VÚRV Praha-Ruzyně).

**Quality:** Baking quality A 7–8. Glutenin subunits 7+9 and 5+10. Higher bred volume, good water capacity of the flour, very good sensory value, medium protein content, medium sedimentation value and falling number. Higher TKW and volume weight.

**Frost resistance:** High, evaluated with note 7–8.

**Grain yield:** A medium yielding variety (95–98% to average) suited to the medium intensive production conditions.

**Other characteristics:** A medium early variety with higher straw length (105–110 cm) and medium lodging resistance. The ear is white, tapering to parallel with medium density, scurs are present, grain is large and red.

*Ing. Pavel Amler, Ing. Ludmila Bobková, CSc.*

*SELGEN, a.s., Šlechtitelská stanice Úhřetice, 538 32 Úhřetice*

*tel.: 0455/692 913, fax: 0455/692 939*

## Vojtěška setá Jitka

**Povolena:** Česká republika 1995

**Šlechtitelská práva:** Agrogen, Šlechtitelská stanice Želešice

**Šlechtitel a udržovatel:** Agrogen, ŠS Želešice

**Rodokmen – původ:** Hodonínka, Flandria, Bobrava, Isis, Kaštická, Přerovská

**Metoda šlechtění:** Je to syntetická populace vzniklá rekombinací sedmi klonů z odrůdy Hodonínka (2), Flandria (2), Bobrava (1), Isis (1), z hybridu Hodonínka x Kaštická x Přerovská (1). Klony byly vybrány podle efektů obecné kombinací schopnosti na hospodářské vlastnosti, odolnost k chorobám a škůdcům, velikost kořenového systému a podle genotypového hodnocení aktivity nitrogenázy. Zkoušela se třetí syntetická generace syn-3.

**Odolnost k chorobám:** Podíl odolných rostlin vůči původcům cévního vadnutí *Verticillium albo-atrum* a *Corynebacterium insidiosum* (ve srovnání se standardní odrůdou Palava) činil 46 % (37 %) a 38 % (23 %).

**Výnos:** Státní pokusy prokázaly vyšší výnos píce od druhého užitkového roku ve srovnání s průměrem standardních odrůd Zuzana a Palava o 2–4 %.

**Ostatní vlastnosti:** Nemá specifické požadavky na pěstování a snáší i přísušky. Vzhledem k odolnosti k cévnímu vadnutí je vhodná pro pěstování pod závlahou.

**Udržování:** Jitka se udržuje z dlouhodobě uskladněného osiva generací syn-1 a syn-2 a reprodukci z původních klonů. Je udržována na stanici svého vzniku, kde lze získat certifikované osivo.

## Lucerne Jitka

**Registered:** Czech Republic 1995

**Plant breeder's rights:** Agrogen, Plant Breeding Station Želešice

**Breeder and maintainer:** Agrogen, Plant Breeding Station Želešice

**Parentage:** Hodonínka, Flandria, Bobrava, Isis, Kaštická, Přerovská

**Breeding method:** It is a synthetic population developed by crossing of seven clones: from variety Hodonínka 2, Flandria 2, Bobrava 1, Isis 1, and from the hybrid Hodonínka x Kaštická x Přerovská 1. The clones were selected due to their effects of general combining ability on economic traits, resistance to pests and diseases, root system size and due to genotypical evaluation of nitrogenase activity.

**Disease resistance:** The third synthetic generation was evaluated and the percentage of resistant plants to *Verticillium albo-atrum* and to *Corynebacterium insidiosum* (in comparison to the standard variety Palava) amounted to 46% (37%) and 38% (23%), respectively.

**Yield:** State trials proved a higher forage yield from the second harvest year in comparison to the mean of standard varieties Zuzana and Palava by 2–4%.

**Other characteristics:** It has not any specific requirements for growing and is tolerant to dry growing conditions.

**Maintenance:** Jitka is maintained from long-term stored seed of generations syn-1 and syn-2, and by reproduction from original clones. Due to resistance to vascular wilt it is suitable for growing under irrigation. It is maintained at the station of its origin, where certified seed can be obtained.

*Prof. Oldřich Chloupek*

*Mendelova zemědělská a lesnická univerzita,*

*Ústav pěstování a šlechtění rostlin, 613 00 Brno*

*tel.: 05/451 333 02, fax: 02/452 120 44*



## Vojtěška setá Niva

**Povolena:** Česká republika 1995

**Šlechtitelská práva:** Agrogen, Šlechtitelská stanice Želešice

**Šlechtitel a udržovatel:** Agrogen, Šlechtitelská stanice Želešice

**Rodokmen – původ:** Hodonínka, Přerovská, Flandria, Bobrava, Europe, Isis, Langensteiner, Kaštická, krajová odrůda Košická

**Metoda šlechtění:** Je to syntetická populace vzniklá z klonů vybraných z potomstev klonů z volného opylení (tj. z kmenů) odrůd Hodonínka (5 klonů), Přerovská (5), Flandria (2), Bobrava (2), Europe (2), Isis (2), Langensteiner (1), z křížence Hodonínka x Kaštická x Přerovská (2) a z krajové odrůdy Košická (1). Těchto 22 klonů bylo vybráno podle aktivity nitrogenázy, tj. na vyšší symbiotickou fixaci dusíku.

**Odolnost k chorobám:** Niva má vysokou odolnost k cévnímu vadnutí a k listovým chorobám.

**Výnos:** Zkoušela se třetí syntetická generace syn-3, v níž množství dusíku v nadzemní části rostlin bylo v podmínkách vhodných pro symbiotickou fixaci o 9,9 % vyšší než u standardní odrůdy Palava. Státní pokusy prokázaly vyšší výnos píce než činil průměr standardních odrůd Zuzana a Palava o 1–4 % zejména v roce zásevu.

**Ostatní vlastnosti:** Nemá specifické požadavky na pěstování a snáší i přísušky. Je vhodná pro pěstování na půdách méně zásobených živinami, v ochranných pásmech zdrojů pitné vody aj.

**Udržování:** Udržuje se z dlouhodobě uskladněného osiva generace syn-1 a syn-2 a reprodukci z původních klonů. Je udržována na stanici svého vzniku, kde lze získat certifikované osivo.

## Lucerne Niva

**Registered:** Czech Republic 1995

**Plant breeder's rights:** Agrogen, Plant Breeding Station Želešice

**Breeder and maintainer:** Agrogen, Plant Breeding Station Želešice

**Parentage:** Hodonínka, Přerovská, Flandria, Bobrava, Europe, Isis, Langensteiner, Kaštická, local variety Košická

**Breeding method:** It is a synthetic population consisting of clones selected from half-sib progenies from open pollination of these clones: from variety Hodonínka 5 clones, Přerovská 5, Flandria 2, Bobrava 2, Europe 2, Isis 2, Langensteiner 1, from the hybrid Hodonínka x Kaštická x Přerovská 2, and from local variety Košická 1. These 22 clones were selected due to nitrogenase activity, i.e. due to higher symbiotic nitrogen fixation.

**Disease resistance:** Niva has high resistance to vascular wilt and to leaf diseases.

**Yield:** The third synthetic generation syn-3 was proved and the amount of nitrogen in above-ground parts of plants was, in conditions suitable for symbiotic nitrogen fixation, higher by 9.9% than in the standard variety Palava. State trials proved higher forage yield by 1-4%, especially in sowing year, than the mean of standard varieties Zuzana and Palava.

**Other characteristics:** It has not any specific requirements for growing and is tolerant to dry growing conditions. It is suitable for growing in soils not rich in nutrients, in areas of drink water resources, etc.

**Maintenance:** It is maintained from long-term stored seed of generation syn-1 and syn-2, and by reproduction from original clones. It is maintained at the station of its origin where certified seed can be obtained.

*Prof. Oldřich Chloupek*

*Mendelova zemědělská a lesnická univerzita,*

*Ústav pěstování a šlechtění rostlin, 613 00 Brno*

*tel.: 05/451 333 02, fax: 02/452 120 44*

## Instructions for authors

**Manuscripts** in duplicate should be addressed to: RNDr. Marcela Braunová, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic.

Manuscript should be typed with a wide margin, double spaced on standard A4 paper. Articles on **floppy disks** are particularly welcome. Please indicate the editor programme used.

### Text

Full research manuscript should consist of the following sections: Title page, Abstract, Keywords, a short review of literature (without "Introduction" subtitle), Materials and Methods, Results, Discussion, References, Tables, Legends to figures. A title page must contain the title, the complete name(s) of the author(s), the name and address of the institution where the work was done, and the telephone and fax (e-mail) numbers of the corresponding author. The Abstract shall not exceed 120 words. It shall be written in full sentences and should comprise base numerical data including statistical data. As a rule, it should not give an exhaustive review of literature. In the chapter Materials and Methods, the description of experimental procedures should be sufficient to allow replication of trials. Organisms must be identified by scientific name. Abbreviations should be used if necessary. Full description of abbreviation should follow the first use of an abbreviation. The International System of Units (SI) and their abbreviations should be used. Results should be presented with clarity and precision. Discussion should interpret the results. It is possible to combine Results and Discussion in one section. References in the text to citations comprise the author's name and year of publication. If there are more than two authors, only the first one should be named in the text, followed by the phrase "et al.". References should include only publications quoted in the text. They should be listed in alphabetical order under the first author's name, citing all authors, full title of an article, abbreviation of the periodical, volume number, year, first and last page numbers.

### Tables and Figures

Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes. Figures should be referred solely to the material essential for documentation and for the understanding of the text. Duplicated documentation of data in figures and tables is not acceptable. All illustrative material must be of publishing quality. Figures cannot be redrawn by the publisher. All figures should be numbered. Photographs should exhibit high contrast. Both line drawings and photographs are referred to as figures. Each figure should contain a concise, descriptive legend.

**Offprints:** Forty offprints of each paper are supplied free of charge to the author.

Authors have full responsibility for the contents of their papers. 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.

## OBSAH – CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Stuchlíková E., Šíp V.: Rezistence českých a slovenských odrůd pšenice ozimé k fusarióze klasu – Resistance of Czech and Slovak winter wheat varieties to <i>Fusarium head blight</i> .....                                                                                                                                          | 79  |
| Vacke J., Šíp V., Škorpík M.: Reakce vybraných odrůd pšenice jarní na infekci virem žluté zakrslosti ječmene – Response of selected spring wheat varieties to the infection with barley yellow dwarf virus .....                                                                                                                     | 95  |
| Špunar J., Oborný J., Špunarová M., Vaculová K.: Sladovnická kvalita odrůd a novošlechtění ječmene ozimého – Malting quality of winter barley varieties and advanced breeding lines .....                                                                                                                                            | 107 |
| Černý J., Šašek A., Bradová J., Pařízek P.: Porovnání citlivosti konvenční metody testování homogenity odrůd ječmene s metodou signálních genů manifestovaných pomocí SGE a PAGE-ISTA – Comparison of the sensitivity of a conventional method of homogeneity testing barley varieties with the method of signal hordein genes ..... | 115 |
| Sýkorová S., Šašek A.: Alely esterasových lokusů u souboru českých odrůd jarního a ozimého ječmene setého ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) – Alleles of esterase loci in the set of Czech varieties of spring and winter barley ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) ...                                                                         | 123 |

## KRÁTKÁ SDĚLENÍ – SHORT COMMUNICATION

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Perkowski J., Lasocka I., Stuchlíková E., Šíp V., Golinski P., Bartoš P.: Response of Czech and Slovak wheat varieties to <i>Fusarium culmorum</i> leading to trichothecenes content in grain – Vliv infekce houbou <i>Fusarium culmorum</i> na obsah trichothecenů v znu u českých a slovenských odrůd pšenice | 73 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## PŘÍLOHA

|                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sýkorová S.: Enzymové systémy ječmene setého ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) jako genetické markery – Enzyme systems of barley ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) as genetic markers ..... | 135 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| Bednář J., Ehrenbergerová J.: Seminář šlechtitelů ..... | 148 |
|---------------------------------------------------------|-----|

## NEKROLOG

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| Hanišová A.: Za dr. Ing. Stanislavem Bencem, CSc. .... | 151 |
|--------------------------------------------------------|-----|

## NOVÉ ODRŮDY – NEW VARIETIES

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| Amler P., Bobková L.: Pšenice ozimá Alka – Winter wheat Alka ..... | 153 |
| Amler P., Bobková L.: Pšenice ozimá Mona – Winter wheat Mona ..... | 155 |
| Chloupek O.: Vojtěška setá Jitka – Lucerne Jitka .....             | 157 |
| Chloupek O.: Vojtěška setá Niva – Lucerne Niva .....               | 159 |

---

Vědecký časopis GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ ♦ Vydává Česká akademie zemědělských věd – Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha ♦ Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/251 098, fax: 02/257 090, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz ♦ Sazba a tisk: ÚZPI Praha ♦ © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1996

Rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, referát odbytu,  
Slezská 7, 120 56 Praha 2