

CZECH ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES

Czech Journal of
**GENETICS AND
PLANT BREEDING**

Genetika a šlechtění



INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

4

VOLUME 37
PRAGUE 2001
ISSN 1212-1975

CZECH JOURNAL OF GENETICS AND PLANT BREEDING

A multi-disciplinary journal published under the authorization of the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

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

Abstracts from the journal are included in the databases: AGRIS/FAO database, Biol. Abstr., Bibl. Agri., Chem. Abstr., Field Crop Abstr., Helminthol. Abstr., Her. Abstr., Landwirt. Zentralb., Plant Breed. Abstr. and in Czech Agricultural Bibliography.

EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

V. ŠÍP (Prague, Czech Republic) – Chairman

I. BOS (Wageningen, The Netherlands)

B. CAGAŠ (Zubří, Czech Republic)

J. ČERNÝ (Prague, Czech Republic)

P. DĚDIČ (Havlíčkův Brod, Czech Republic)

V. A. DRAGAVCEV (St. Petersburg, Russia)

M. GRIGA (Šumperk, Czech Republic)

A. HANIŠOVÁ (Sibřina, Czech Republic)

O. CHLOUPEK (Brno, Czech Republic)

A. JAHOR (Roskilde, Denmark)

A. MESTERHÁZY (Szeged, Hungary)

J. OVESNÁ (Prague, Czech Republic)

J. PEŠEK (Brno, Czech Republic)

J. ROD (Telč, Czech Republic)

J. ŘEPKOVÁ (Brno, Czech Republic)

P. RUCKENBAUER (Tulln, Austria)

E. SCHWARZBACH (Miroslav, Czech Republic)

J. ŠPUNAR (Kroměříž, Czech Republic)

J. TUPÝ (Prague, Czech Republic)

M. UŽÍK (Piešťany, Slovak Republic)

Editor-in-Chief M. BRAUNOVÁ

Aims and scope: The journal publishes original scientific papers, short communications and reviews from the field of theoretical and applied plant genetics, plant biotechnology and plant breeding. Papers are published in English.

Periodicity: The journal is published quarterly. Volume 37 is appearing in 2001.

Submission of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: RNDr. Marcela Braunová, Editor-in-Chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic, tel.: + 420 2 27 01 02 03, fax: + 420 2 27 01 01 16, e-mail: braun@uzpi.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of receipt.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year and should be sent to the above address. Subscription price for 2001 is 62 USD (Europe) and 64 USD (overseas).

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, krátká sdělení a odborná review z oblasti teoretické a aplikované genetiky rostlin, rostlinných biotechnologií a šlechtění rostlin. Práce jsou publikovány v angličtině.

Periodicita: Časopis vychází čtvrtletně. Ročník 37 vychází v roce 2001.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou kopiích je třeba zaslat na adresu redakce: RNDr. Marcela Braunová, vedoucí redaktor-ka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika, tel.: + 420 2 27 01 02 03, fax: + 420 2 27 01 01 16, e-mail: braun@uzpi.cz. Den doručení rukopisu do redakce je uveřejněn jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány na celý rok na adrese: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 2001 je 328 Kč.

For up-to-date information see <http://www.uzpi.cz>

Aktuální informace najdete na URL adrese <http://www.uzpi.cz>

Powdery Mildew Resistance in Czech and Slovak Barley Breeding Lines

ANTONÍN DREISEITL

Agricultural Research Institute Kroměříž Ltd., Kroměříž, Czech Republic

Abstract: The genetic basis of mildew resistance of 372 Czech and Slovak breeding lines of barley, including 348 spring and 24 winter barleys, was tested using from 16 to 32 isolates of powdery mildew. The tested lines had passed the inter-station trials or the Czech State Variety Trials in 1996–2000. Seventeen resistance sources to powdery mildew (Al, Ar, At, Bw, HH, Kw, La, Ly, MC, Mlo, N81, Ra, Ri, Ru, Sp, Tu and We) have been identified. The resistance was not uniform in 142 lines, that consisted of at least two components with different genetic basis of powdery mildew resistance. The most frequent resistance was Mlo, which was found in 99 spring barley lines. In 147 lines, of which 118 were heterogeneous, resistance was not identified or unknown resistances were found. The resistance background in spring and winter lines was different. For the breeding of barley cultivars resistant to powdery mildew it can be recommended to use the Mlo resistance, to some extent the combination of resistances Ri Tu, after examination, some unknown resistances. Preferably, however, new sources of resistance derived from *Hordeum vulgare* spp. *spontaneum* should be utilised.

Keywords: *Hordeum vulgare*; *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*; *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*; resistance spectra; resistance genes

Powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) is the most common disease of barley in Europe. In the Czech Republic, frequency and disease severity on spring barley are continuously analysed in the field trials conducted by the Central Institute for Supervision and Testing in Agriculture. Out of 320 trials analysed from 1989 to 2000, powdery mildew occurrence was observed in 250 trials and severe occurrence of powdery mildew was observed in 104 trials. Severe occurrence of the other diseases was as follows: leaf rust of barley in 61 trials, net blotch in 26 trials and scald in 19 trials. Thus, during the last 12 years, powdery mildew was responsible for 50 % of the epidemics in spring barley (DREISEITL & JUREČKA 1996 and unpublished). Similar analyses of winter barley infection were carried out in 145 trials. In the same period, powdery mildew induced 38 % of the epidemics (DREISEITL & JUREČKA 1997 and unpublished).

Infection of barley by powdery mildew can considerably reduce yield and grain quality. If there is a threat of heavy infection, susceptible cultivars are treated with fungicides. These are expensive and not harmless to human and animal health. Moreover, their application requires additional financial inputs, may mechanically and/or chemically harm the crops and soil, and even disturb the

agroecosystem. The efficacy of fungicides is limited by time and conditions during and after their application. Therefore, they cannot eliminate all losses. Fungicide application is also associated with economic risks, since the disease development cannot be predicted accurately and the treatment can thus reduce the returns.

Resistant cultivars are a cheap and environmentally safe alternative of disease control. Effective resistances protect the cultivar stands from economic loss during the entire growing season. They are efficient even at low disease severity, at which the yield loss of susceptible cultivars is economically below the costs of fungicide treatment. Such cases are most common and resistant cultivars solve the problem. Due to the growing of resistant cultivars the inoculum potential of the pathogen is mostly reduced. Therefore, also, the level of infection and frequency of heavily infected fields of susceptible cultivars is reduced.

A fundamental prerequisite for the development of resistant cultivars is the existence, recognition and availability of effective resistance sources. A plenty of sources is available for powdery mildew resistance. Now, their largest collection is maintained at the Agricultural Research Institute Kroměříž Ltd. (DREISEITL 2001).

Results obtained from studies on cultivar resistance (DREISEITL 1996, 1997; DREISEITL & JØRGENSEN 2000; DREISEITL & STEFFENSON 2000) have provided valuable information for resistance breeding and for the understanding of changes in the pathogen population. It is important to continue collecting this information because the powdery mildew pathogen continues to adapt to new sources of resistance in barley. Therefore the objective of the present study is to postulate resistance genes in new Czech and Slovak breeding lines.

MATERIALS AND METHODS

Barley germplasm: Three hundred and seventy-two Czech and Slovak breeding lines of barley (348 spring and 24 winter) that had passed inter-station trials (spring barley only) or the Czech State Variety Trials (in bold in Table 2) in 1996–2000 were tested (Table 2).

Pathogen isolates: 16–32 European isolates of *B. graminis* f.sp. *hordei*, mostly of Czech origin from the Agricultural Research Institute Kroměříž Ltd., were used. Their unified designations (Table 1) are derived from their virulence patterns corresponding to 12 resistance genes in coded triplets (DREISEITL 1993a; LIMPET *et al.* 1994) in the order: *Mla1*, *Mla3*, *Mla6*; *Mla7*, *Mla9*, *Mla12*; *Mla13*, *Mlk1*, *MLLx*; *Mlg*, *Mlat*, *Ml(Bw)*. The first 10 genes are ranked in accordance with the European agreement (LIMPET & DREISEITL 1996). Reactions of the isolates were recorded on 11 Pallas near-isogenic lines (P01, P02, P03; P04B, P08B, P10; P11, P17, P23; P21 and P20) (KØLSTER *et al.* 1986), and on the winter barley cultivar Borwina (DREISEITL 1993b).

Testing procedure: see DREISEITL & JØRGENSEN (2000). Powdery mildew resistance is designated using the European codes (BOESEN *et al.* 1996; DREISEITL 1995).

RESULTS

Three hundred and seventy-two Czech and Slovak breeding lines of barley were tested using from 16 to 32 selected powdery mildew isolates. The obtained reaction spectra of the breeding lines were compared with previously determined spectra of the differentials. Among the tested breeding lines, 17 resistances to powdery mildew (Al, Ar, At, Bw, HH, Kw, La, Ly, MC, Mlo, N81, Ra, Ri, Ru, Sp, Tu and We) were identified. The resistance spectra for the standards carrying these genes are presented in Table 1.

Spring barley

Homogeneous resistance to the selected isolates was found in 208 of the 348 spring barley breeding lines (Ta-

ble 2). In 67 of those lines two to four (HE-7566) resistance genes were postulated, and in the line SG-S-186, in addition to two postulated genes, another unknown resistance was found. One resistance gene was postulated in 112 lines and one gene always together with another unknown resistance in other 18 lines. In 10 homogeneous lines no resistance gene could be identified.

The resistance of 140 breeding lines was heterogeneous, i.e. they were composed of two or more lines with different resistance genes. Resistance genes were not identified in 92 heterogeneous breeding lines. Another 25 lines were found to possess one identified gene. In 20 of them, another unidentified resistance was determined. At least two resistance genes were postulated in 23 strains. In five of them, a third unidentified resistance gene was found.

The numbers of identified resistances are given in Table 3. The resistances Ra, HH, Kw, MC, N81 and Tu were identified in one to four breeding lines, the resistances Sp, Al, We, Ri, Ar, At and Ly in 9 to 25 lines, and resistances Ru, La and Mlo in 57 to 99 lines. An unknown (unidentified) resistance was found in 146 strains (in 29 homogeneous and 117 heterogeneous).

Winter barley

Twenty-four lines of winter barley were tested. Among them the resistances Bw, Ra and Sp were identified (Table 2). The resistance in two lines (HM-407 and KM-1428) was heterogeneous, but the involved resistance genes could not be identified (unknown resistance). The line KM-1308, as well as a selection out of it, which was tested later, demonstrate also an unknown resistance to powdery mildew. The most frequently found resistances in lines of winter barley were Ra and Bw, namely in 17 and 13 lines, respectively (Table 3).

DISCUSSION

In hybridization programmes are involved, in particular, registered cultivars and breeding lines that demonstrated a desired level of agronomically important traits in advanced trials, besides original sources of selected traits. Knowledge of their genetic background of powdery mildew resistance makes it easy to predict this resistance in newly developed lines and cultivars.

A total of 16 resistances has been identified in the spring barley lines. Most of them are not important for further breeding. The exception is Mlo, despite its presence in numerous foreign and domestic spring barley cultivars (DREISEITL & JØRGENSEN 2000). Mlo was found in 76 lines. Another 23 heterogeneous breeding lines possess it at least in one component. It can be assumed, that it is present in some other heterogeneous breeding lines, whose resistance has not been identified.

Table 1. Resistance spectra of barley standards carrying resistance genes to fourteen selected powdery mildew isolates

European code	Main <i>Ml</i> gene	Barley standard	Powdery mildew isolates													
			0157	1002	1444	1577	1757	2775	3567	4324	4375	4525	5747	6040	6661	7377
None	none	B-3212	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Al	<i>a1</i>	P01	0	4	2	4	4	0	4	0	0	0	4	0	0	4
Ar	<i>a12</i>	P10	0	0	4	4	4	4	4	0	0	4	4	0	4	0
At	<i>at</i>	P20	4	4	2	4	4	2	4	2	2	2	4	2	2	4
Bw	(<i>Bw</i>)	Borwina	4	2-3	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2-3	2-3	4
HH	<i>a8</i>	Pallas	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Kw	<i>kl</i>	P17	1-2	1-2	1-2	4	1-2	4	4	4	4	4	1-2	1-2	4	4
La	<i>La</i>	P23	4	2-3	4	4	4	4	4	2-3	4	2-3	4	4	4	4
Ly	<i>a7</i>	P04B	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4
MC	<i>a9</i>	P08B	0	0	0	0	4	4	0	4	4	0	4	0	4	4
Mlo	<i>mlo</i>	P22	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)
N81	<i>aN81</i>	Nepal 81	1-2	0	0	4	4	1-2	1-2	0	1-2	1-2	1-2	0	1-2	1-2
Ra	<i>ra</i>	CH-401	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ri	<i>a3</i>	P02	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	4	4	0-1	0-1	0-1	0-1	4	4	4
Ri Tu	<i>a3, aTu2</i>	Sara	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	1-2	1-2	0-1	0-1	0-1	0-1	4	1-2	1-2
Ru	<i>a13</i>	P11	4	0	0	4	4	4	0	0	4	0	0	0	0	4
Sp	<i>a6</i>	P03	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4
We	<i>g</i>	P21	4	0	0	4	4	4	4	0	4	4	4	0	4	4

At present, a good resistance, but of limited value for breeding in the future, is provided by the combination Ri Tu, that was identified in four lines. Resistance derived from Nepal 81 (N81) is of limited importance despite that it was first commercially used only recently (in 1999) when the Czech spring barley cultivar Maridol was registered (DREISEITL & JØRGENSEN 2000). Even unknown resistances may be important, and particularly those that have been solely found in 10 homogeneous lines. They could not be identified since none of the used powdery mildew isolates contains the corresponding virulences.

Most of the unknown resistances, that were found in another 19 homogeneous lines, cannot be considered

promising. That holds also for 117 heterogeneous lines with unknown (unidentified) resistance. Identification of particular resistances in heterogeneous strains is time-consuming and thus expensive. It is carried out only in strains advanced years of the State Variety Trials. From 24 tested lines of winter barley, an unknown resistance gene has been detected in two strains of KM-1318. This resistance genes may be of limited importance.

Resistances found in lines of spring barley markedly differ from resistances in lines of winter barley, even though the resistance Ra typical for winter barley cultivars was found once (SG-S-215) among spring barley lines. In lines of winter barley, by contrast, the resistance Sp, which is frequent in spring barley, was found

Table 2. Breeding lines of spring barley and winter barley and their resistance to powdery mildew

Breeding line	Resistance	Breeding line	Resistance	Breeding line	Resistance
Spring barley		BR-6085	H U	CE-789	Ri
BR-4569	MC La	BR-6142	Ru At	CE-813	H (Al + Ly, U)
BR-4931	Mlo	BR-6151	H U	CE-814	Ru La
BR-5125	H U	BR-6176	H U	CE-815	Mlo
BR-5414	H U	BR-6197	Mlo	CE-817	H (Al, La, We + Al, La, none)
BR-5491	H (Mlo + U)	BR-6199	Mlo	CE-818	Ar La
BR-5532	H U	BR-6284	H U	CE-831	Ly U
BR-5539	H U	BR-6318	Mlo	CE-843	H U
BR-5560	H U	BR-6354	H U	CE-849	Ru U
BR-5565	H (Ri + Ar, U)	BR-6359	H U	CE-855	Ru La
BR-5573	Ru La	BR-6404	Mlo	CE-868	Ru La
BR-5599	H U	BR-6405	Mlo	CE-881	Mlo
BR-5654	Ru	BR-6411	Mlo	CE-885	Ru U
BR-5659	H U	BR-6427	H U	CE-898	Mlo Ru
BR-5716	Ru At We	BR-6464	H U	CE-899	Ly
BR-5760	Ar La	BR-6471	H U	CE-901	Ru
BR-5783	Al U	BR-6481	H U	CE-902	Mlo
BR-5792	Ru U	BR-6487	H U	CE-903	H (Ru + none)
BR-5819	H U	BR-6496	H U	CE-906	Al
BR-5832	H U	BR-6499	H U	CE-912	Ru U
BR-5888	H U	BR-6536	H (Mlo + U)	CE-917	Ru
BR-5907	Ly La	BR-6550	H (Mlo + U)	CE-923	Ly
BR-5913	H U	BR-6559	H (Mlo + U)	CE-925	Ru
BR-5914	Mlo	BR-6580	Mlo	CE-926	H (Ru, La + La, none)
BR-5916	H (Mlo + none)	BR-6594	H U	CE-927	Ru La
BR-5933	Al	BR-6607	H (Mlo + U)	CE-932	Ri
BR-5949	Ar La	BR-6631	H (Mlo + U)	CE-934	Al La
BR-5951	H (Mlo + U)	CE-605	Ru La	CE-935	Al La
BR-5959	Ly La	CE-714	We U	CE-937	Al
BR-6062	H U	CE-733	H U	CE-940	Mlo
BR-6082	H U	CE-788	Ri	CE-944	Ar

Table 2 to be continued

Breeding line	Resistance	Breeding line	Resistance	Breeding line	Resistance
CE-947	Sp La We	HE-7951	Mlo	KM-1861	U
CE-954	Ly La Kw	HE-7978	H U	KM-1867	U
CE-956	Ru U	HE-7979	Ly	KM-1869	Ly La
CE-978	Ru	HE-7991	HH	KM-1875	N81 La
CE-990	Sp La	HE-8018	Mlo	KM-1910	Ru
CE-991	Ru	HE-8035	Mlo	KM-1917	H U
CE-993	H U	HE-8208	H U	KM-1975	Mlo
HE-5421b	Ru La	HE-8216	H U	KM-1983	Mlo
HE-6291	H (Mlo + Ar)	HE-8245	Mlo	KM-1989	H U
HE-6446	H (Ly, La, U + Ly, La, none)	HE-8282	Mlo	KM-1998	U
HE-6536	Al At	HE-8289	Mlo	KM-2003	H U
HE-6674	Mlo	HE-8377	H U	KM-2027	H U
HE-6856	Mlo	HE-8405	Mlo	KM-2033	Mlo
HE-6858	H U	HE-8588	Mlo	KM-2045	Mlo
HE-6859	H U	HM-31	H (Mlo + U)	KM-2055	H U
HE-6889	Ly U	HM-37	H (Mlo + U)	KM-2076	H U
HE-6890	Ly La	HM-501	H U	KM-2097	Mlo
HE-6894	Ly U	HM-502	Ly La	KM-2099	Mlo
HE-6899	Ly U	HM-517	Ru	KM-2100	Mlo
HE-7122	Ly La	HM-520	H U	KM-2103	Mlo
HE-7138	Ru At	HM-523	H (Mlo + none)	KM-2161	U
HE-7144	H U	HM-701	Ru La	KM-2162	U
HE-7146	Ru At	HM-702	H U	KM-2168	U
HE-7147	H U	HM-703	Ar La	KM-2178	H (Mlo + U)
HE-7163	H U	KM-1	H U	KM-2209	H U
HE-7165	H U	KM-2	Mlo	KM-2216	Mlo
HE-7185	H (At + La)	KM-150	Ar U	KM-2250	H U
HE-7200	H U	KM-204	Mlo	SG-S-185	Mlo
HE-7224	Ly La	KM-205	Ru La	SG-S-186	Sp We U
HE-7250	H (Ru, At + Ru, U)	KM-210	H U	SG-S-195	U
HE-7270	H Sp + Ly	KM-211	Al	SG-S-196	H (Ar + U)
HE-7272	H U	KM-212	Mlo	SG-S-200	H U
HE-7286	H U	KM-997	H (Al + Ru)	SG-S-201	Ar
HE-7566	Sp At La We	KM-1203	Mlo	SG-S-202	H U
HE-7624	Sp At La	KM-1606	H (Ru, La + Ru, none)	SG-S-203	Mlo
HE-7659	Mlo	KM-1632	H U	SG-S-204	H (Ly, La + Ru, At, U)
HE-7674	Mlo	KM-1635	Ly U	SG-S-205	H U
HE-7693	H U	KM-1667	H (MC, La, Kw + Ru, La)	SG-S-206	H U
HE-7755	Ru La	KM-1695	Mlo	SG-S-207	H U
HE-7792	Mlo	KM-1730	Mlo	SG-S-208	H U
HE-7806	H (Ly, La + MC, La)	KM-1772	Mlo	SG-S-209	Ar La
HE-7860	La	KM-1784	H U	SG-S-210	Ar La
HE-7872	Ri Tu	KM-1794	Mlo	SG-S-211	H U
HE-7883	Mlo	KM-1801	Mlo	SG-S-212	H U
HE-7911	H (Ar + U)	KM-1810	Mlo	SG-S-213	Mlo
HE-7928	Mlo	KM-1818	Ru La	SG-S-214	Mlo
HE-7942	Mlo	KM-1839	Ri Tu	SG-S-215	Ra

Table 2 to be continued

Breeding line	Resistance	Breeding line	Resistance	Breeding line	Resistance
SG-S-216	H U	SG-U-2021B	Ar We	SK-4840	Ru
SG-S-217	H U	SG-U-2021C	Ar We	SK-4856	H U
SG-S-218	Ru We	SG-U-2055	Ru	SK-4904	U
SG-S-219	Ru U	SG-U-2062	Mlo	SK-4908	H U
SG-S-220	Mlo	SG-U-2068	Sp	SK-4939	H (Ar, La + none)
SG-S-221	N81	SG-U-2070	H (Ri, At + Ri, none)	SK-4943	Ar U
SG-S-222	H U	SG-U-2070A	Ri At	SK-4954	Mlo
SG-S-223	Ri	SG-U-2073	Ru La	SK-4957	H U
SG-S-224	H (Sp, La + Sp, none)	SG-U-2077	H (Ru, La + Ru, none)	SK-4962	Ar At
SG-S-225	Ru La	SG-U-2090	Ri We	SK-4970	Mlo
SG-S-226	Ri Tu	SG-U-2096	H U	SK-5004	H (Mlo + Ar)
SG-S-227	Ri	SG-U-3005	U	SK-5066	H U
SG-S-228	At	SG-U-3007	Ly	SK-5161	H (Mlo + U)
SG-S-229	Ru La	SG-U-3010	At	SK-5163	H (Ar + U)
SG-S-230	Ri We	SG-U-3021	Mlo	SK-5177	H (Mlo + Ri)
SG-S-231	H U	SG-U-3021B	HH	SK-5184	U
SG-S-232	H U	SG-U-3023	Ri At	SK-5302	H (Mlo + U)
SG-S-233	Ly	SG-U-4011	Mlo	SK-5306	Mlo
SG-S-234	Mlo	SG-U-4013	H (Mlo + U)	SK-5355	H U
SG-S-235	Mlo	SG-U-4022	Ru At	SK-5363	Mlo
SG-S-236	H U	SG-U-6011	Al	SK-5368	Mlo
SG-S-237	H U	SG-U-6058	H U	Winter barley	
SG-S-238	Mlo	SG-U-6061	Ru U	HM-35	Bw
SG-S-239	H (Ar + U)	SG-U-DB-1	H U	HM-403	Bw
SG-S-240	Ru La At	SK-13-9-91	H (Ru, At + Ru, none)	HM-405	Bw Ra
SG-S-241	H U	SK-4095	H (Ru, At + Ru, none)	HM-407	H U
SG-S-242	H U	SK-4101	Ri Tu	HM-515	Ra
SG-S-243	Mlo	SK-4104	Ru At	HM-788	Bw Ra
SG-S-244	H (Mlo + U)	SK-4320	Mlo	HM-791	Ra
SG-S-245	Ly La	SK-4352	Sp At La	KM-103	none
SG-S-246	Mlo	SK-4410	Ru La	KM-237	Ra
SG-S-247	H (Mlo + U)	SK-4426	H U	KM-791	Bw
SG-S-248	H (Mlo + U)	SK-4451	H (We, La + We, none)	KM-906	Sp Bw Ra
SG-S-249	Mlo	SK-4548	Ru La	KM-1318	U
SG-S-250	Mlo	SK-4632	Mlo	KM-1318-303	U
SG-S-251	Mlo	SK-4653	Ru La	KM-1428	H (Bw + Ra)
SG-U-6N	H (Mlo + none)	SK-4659	H U	SG-C 80	Ra
SG-U-13N	H U	SK-4661	H U	SG-C 90	Ra
SG-U-15N	H (Mlo + none)	SK-4688	Mlo	SG-C 483	Ra
SG-U-906	Ar U	SK-4697	H U	SG-L 76	Bw Ra
SG-U-1023	Ru U	SK-4701	Mlo	SG-L 108	Ra
SG-U-1024	Mlo	SK-4770	At La	SG-L 111	Bw Ra
SG-U-1042	Ru At	SK-4793	Ly La	SG-L 111/A	Bw Ra
SG-U-2003	N81	SK-4809	H U	SG-L 113	Bw Ra
SG-U-2017	Ru	SK-4814	N81 La	SG-L 125	Bw Ra
SG-U-2018	Ru We	SK-4824	H U	SG-L 791/98	Bw Ra
SG-U-2021	Mlo	SK-4829	H U		

Table 3. Number of resistances to powdery mildew in barley breeding lines

Breeder ¹	European codes																		Sum	H ²
	Al	Ar	At	Bw	HH	Kw	La	Ly	MC	Mlo	N81	Ra	Ri	Ru	Sp	Tu	We	U		
Spring barley																				
BR	2	3	2	0	0	0	6	2	1	17	0	0	1	5	0	0	1	37	57	36
CE	6	2	0	0	0	1	13	5	0	5	0	0	3	17	2	0	3	10	42	7
HE	1	3	7	0	1	0	11	10	1	17	0	0	1	5	3	1	1	20	54	21
HM	0	1	0	0	0	0	3	1	0	3	0	0	0	2	0	0	0	5	10	6
KM	2	1	0	0	0	1	6	2	1	20	1	0	1	6	0	1	0	21	50	16
SG-S	0	5	3	0	0	0	8	3	0	16	1	1	4	6	2	1	3	26	56	24
SG-U	1	3	6	0	1	0	2	1	0	8	1	0	4	9	1	0	4	9	35	9
SK	0	5	6	0	0	0	9	1	0	13	1	0	2	7	1	1	1	18	44	21
Σ	12	23	24	0	2	2	58	25	3	99	4	1	16	57	9	4	13	146	348	140
Winter barley																				
HM	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	7	1
KM	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	2	7	1
SG-C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0
SG-L	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7	0
Σ	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	1	0	0	3	24	2

¹see Appendix 1; ²H = heterogeneous (from the sum), the breeding strain is composed of two or more lines possessing different resistance to powdery mildew

Appendix 1. List of the barley breeders

Symbol	Current name and address
Spring barley	
BR	Monsanto CR Ltd., Breeding Station, 671 77 Branišovice, Czech Republic
CE	Ceza Co., Breeding Station, 696 14 Čejč, Czech Republic
HE	Plant Select Ltd., Breeding Station Hrubčice, 798 21 Bedihošť, Czech Republic
HM	Monsanto CR Ltd., Breeding Station, 751 17 Horní Moštěnice, Czech Republic (no longer breeding barley)
KM	Agricultural Research Institute Kroměříž Ltd., 767 01 Kroměříž, Czech Republic
SG-S	Selgen Co., Breeding Station Stupice, 250 84 Sibřina, Czech Republic
SG-U	Selgen Co., Breeding Station, 538 32 Uhřetice, Czech Republic
SK	Hordeum Ltd., Breeding Station, 925 21 Sládkovičovo, Slovak Republic
Winter barley	
HM	Monsanto CR Ltd., Breeding Station, 751 17 Horní Moštěnice, Czech Republic (no longer breeding barley)
KM	Agricultural Research Institute Kroměříž Ltd., 767 01 Kroměříž, Czech Republic
SG-C	Selgen Co., Breeding Station, 503 51 Chlumeč nad Cidlinou, Czech Republic
SG-L	Selgen Co., Breeding Station, 334 54 Lužany, Czech Republic

in one case (KM-906) besides two typical resistances of winter barley Bw and Ra. The spectrum of the unknown resistance, determined in both winter lines of KM-1318, differs from the spectra of unknown resistances found in spring barley lines.

References

- BOESEN B., HØVMOLLER M.S., JØRGENSEN J.H. (1996): Designations of barley and wheat powdery mildew resistance and virulence in Europe. In: LIMPET E., FINCKH M.R., WOLFE M.S. (eds.): Integrated control of cereal mildews and rusts: Towards coordination of research across Europe. Brussels, Luxembourg: 2–9.
- DREISEITL A. (1993a): Srovnání systémů označování patotypů rostlinných patogenů. *Ochr. Rostl.*, **29**: 231–234.
- DREISEITL A. (1993b): Analysis of breeding Czechoslovak barley varieties for resistance to fungal diseases particularly powdery mildew. *Polnohospodárstvo*, **39**: 467–475.
- DREISEITL A. (1995): Třetí evropský seminář k integrované ochraně obilnin před padlím (v rámci projektu COST 817). *Genet. a Šlecht.*, **31**: 79–80.
- DREISEITL A. (1996): Odolnost k padlí travnímu u vybraných novošlechtění ječmene jarního v mezistanických zkouškách (1991–1995). *Genet. a Šlecht.*, **32**: 173–182.
- DREISEITL A. (1997): Odolnost k padlí travnímu u novošlechtění ječmene. *Genet. a Šlecht.*, **33**: 45–54.
- DREISEITL A. (2001): Nové zdroje odolnosti ječmene k padlí travnímu. In: Zbor. 6. Sem. Nové poznatky z genetiky a šlechtění poľnohospodárskych rastlín. Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, 10. 5. 2001: 57–60.
- DREISEITL A., JUREČKA D. (1996): Výskyt chorob ječmene jarního v České republice v letech 1989–1995. *Ochr. Rostl.*, **32**: 221–229.
- DREISEITL A., JUREČKA D. (1997): Výskyt listový chorob ječmene ozimého v České republice v letech 1989–1996. *Ochr. Rostl.*, **33**: 177–186.
- DREISEITL A., JØRGENSEN J.H. (2000): Powdery mildew resistance in Czech and Slovak barley cultivars. *Plant Breed.*, **119**: 203–209.
- DREISEITL A., STEFFENSON B.J. (2000): Postulation of leaf rust resistance genes in Czech and Slovak barley cultivars and breeding lines. *Plant Breed.*, **119**: 211–214.
- KØLSTER P., MUNK L., STØLEN O., LØHDE J. (1986): Near-isogenic barley lines with genes for resistance to powdery mildew. *Crop Sci.*, **26**: 903–907.
- LIMPET E., CLIFFORD B., DREISEITL A., JOHNSON R., MÜLLER K., ROELFS A., WELLINGS C. (1994): Comparing systems of designation of pathotypes of plant pathogens. *J. Phytopathol.*, **140**: 359–362.
- LIMPET E., DREISEITL A. (1996): Barley mildew in Europe: Towards standardisation of pathotype nomenclature. In: LIMPET E., FINCKH M.R., WOLFE M.S. (eds.): Integrated control of cereal mildews and rusts: Towards coordination of research across Europe. Brussels, Luxembourg: 51–53.

Received on June 4, 2001

Abstrakt

DREISEITL A. (2001): **Odolnost českých a slovenských šlechtitelských linií ječmene k padlí travnímu.** Czech J. Genet. Plant Breed., 37: 105–113.

Bylo testováno 372 českých a slovenských šlechtitelských linií ječmene (348 jarních a 24 ozimých) 16 až 32 vybranými izoláty padlí travního. Testované linie ukončily v letech 1996–2000 zkoušení v mezistaničních zkouškách nebo v českých státních odrůdových zkouškách. Bylo identifikováno 17 odolností k padlí travnímu (Al, Ar, At, Bw, HH, Kw, La, Ly, MC, Mlo, N81, Ra, Ri, Ru, Sp, Tu a We). 142 kmenů se vyznačovalo heterogenní odolností sledovaného znaku (jsou tvořeny nejméně dvěma liniemi s odlišným genetickým založením odolnosti k padlí travnímu). Nejčastěji (v 99 liniích ječmene jarního) byla zjištěna odolnost Mlo. U 147 kmenů (z toho u 118 heterogenních) nebyla odolnost identifikována, nebo byly zjištěny neznámé odolnosti. Odolnosti u jarních a ozimých linií se od sebe vzájemně liší. Pro šlechtění odolných odrůd ječmene k padlí travnímu lze doporučit odolnost Mlo, v omezené míře kombinaci odolností Ri Tu a po prověření i některé neznámé odolnosti. Využity by však měly být především nové zdroje odolnosti od *Hordeum vulgare* spp. *spontaneum*.

Klíčová slova: *Hordeum vulgare*; *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*; *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*; spektra odolnosti; geny odolnosti

Corresponding author:

Ing. ANTONÍN DREISEITL, CSc., Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Havlíčkova 2787, 767 01 Kroměříž, Česká republika

tel.: + 420 634 317 139, fax: + 420 634 339 725, e-mail: dreiseitl@vukrom.cz

Evaluation of a Collection of Pea Genetic Resources for Seed Starch, Amylose/Amylopectin and Protein Content

MIROSLAV HÝBL, JAN URBAN, JANA VÁCLAVÍKOVÁ and MIROSLAV GRIGA

AGRITEC, Research, Breeding & Services, Ltd., Šumperk, Czech Republic

Abstract: There is growing interest in pea seed starch and mainly its component amylose for non-food utilisation. 402 accessions of the Czech National Collection of Pea Genetic Resources were analysed in a one-year trial for seed starch, amylose/amylopectin and crude protein content. The accessions were divided according to seed shape and starch, amylose/amylopectin and crude protein content into the 9 classes. Classification scales for evaluation of these characteristics were proposed. The starch content of smooth, wrinkled and intermediate peas was correlated with amylose, amylopectin and crude protein content. Results of screening could be considered as a preliminary source of information for breeding of pea varieties with improved starch and amylose content.

Keywords: pea; *Pisum sativum*; starch; amylose; amylopectin; protein

Pea (*Pisum sativum* L.) is one of the most important pulses in Central Europe. Pea has become important as a source of primary material especially in animal feeding. A smaller part of the production is used for human consumption. Knowledge related to pea proteins has been the subject of recent reviews (HOLT & SOSULSKI 1979; CARROUEÉ & GATEL 1995; CASEY & DOMONEY 1999).

Pea can also be exploited for non-food purposes, e.g. in the chemical industry the pea starch may be used as an alternative to petrochemical products (HAEDER 1989).

The pea starch – due to its very specific physico-chemical properties – has to certain extent a unique structure in comparison to other usually used starches. Peas as an important starch source may be grouped according to the presence of *R/r* (*rugosus*) alleles. Smooth seeded pea – *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *sativum* (genotype *RR* or *Rr*) has smooth seeds with oval, smooth, uncleaved and homogenous starch granules (BERTOFT *et al.* 1993a; CHLOUPEK 2000). Seed dry matter (DM) contains approx. 54% starch (67% amylopectin, 33% amylose), 21% protein and 1.9% lipids (WANG & HEDLEY 1993; COLONNA *et al.* 1992; MAKASHEVA 1979). Immature seeds contain approx. 6% saccharides, whose level is maintained also in mature seeds. Pea with wrinkled seeds – *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *medullare* (genotype *rr*) has cleaved starch gran-

ules with a wide range of size with prevalence of small granules. Granules are of irregular shape, often with radial grooves. The seed DM contains approx. 34% starch (35% amylopectin, 65% amylose), 24% crude protein. Immature seeds contain approx. 25% saccharides; mature seeds 11% saccharides (BERTOFT *et al.* 1993b; CHLOUPEK 2000; COLONNA *et al.* 1992; MAKASHEVA 1979). KOOISTRA (1962) reported a mutation in the second locus that is indicated as wrinkle seeded pea but with starch quality characteristic for smooth seeded pea (cvs. Countess, Cennia, Alsweet). This *rugosus* mutation was assigned *rb*. The mutation reduces the starch content to approx. 35% in DM, however, the *rb* mutation, as compared to *r*, increases the amylopectin content to approx. 75% (WANG & HEDLEY 1993). Natural pea starch of smooth seeded genotypes is unique in several properties: thermal and mechanical stability (high stable viscosity at 95°C), high stability against hydroxides and acids, high tendency to gelling, high stability against cutting, limited ability of imbibition and low final solubility at 95°C (BLENFORD 1994). On the other hand, the starch of wrinkled peas has a wide potential of use in the chemical industry (BERTOFT *et al.* 1993b). Due to high similarity of long amylose chains with highly polymerised molecule chains of synthetic chemical fibres, it is possible to use amylose with advantage for the production of plastic foils and containers. In addition, supplementing amylose to synthetic polymers helps

significantly to protect the environment, because these complex materials easily undergo microbial degradation (HAEDER 1989).

The main intention of this study was to map the starch, amylose/amylopectin and crude protein content in a selected part of the Collection of Pea Genetic Resources and to provide initial information for pea breeders.

MATERIALS AND METHODS

Of the 402 pea accessions 199 were smooth seeded, 183 wrinkle seeded and 20 intermediate. The accessions were grown for 1 year in a trial and the harvested seeds analysed for starch, amylose/amylopectin and crude protein content. Only white flowered peas were analysed. The collection comprised old and modern varieties, landraces and breeders lines from Europe, Asia and America. Seed samples were obtained from the Czech National Collection of the genus *Pisum L.* (held in the gene banks of AGRITEC Šumperk and of the Research Institute of Crop Production Prague, workplace Olomouc).

Near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) by means of a PerCon Inframatic 8100 instrument (Pertin Instruments, Huddinge, Sweden) was used to analyse the content of starch, amylose/amylopectin and crude protein. From 35 to 40 accessions were used as reference samples in order to expand and validate the spectroscopic calibration equation for accurate determination. A micro-analytical method of JONES *et al.* (1999) was used for starch and amylose/amylopectin calibration of the instrument; the crude protein content was calculated according to the Kjeldahl method. The NIRS calibration method was published in detail earlier by URBAN & HÝBL (1999).

The results were converted to % in DM. The amylopectin content was calculated as the difference between total starch and amylose content. Each group of data was statistically analysed using the statistical soft-

ware UNISTAT (UNISTAT, London, England). Evaluation and grouping of samples according to crude protein content was done following the descriptor list of the genus *Pisum L.* (PAVELKOVÁ *et al.* 1986).

RESULTS AND DISCUSSION

Considerable variation in starch, amylose/amylopectin and crude protein parameters of smooth and wrinkle-seeded peas was found, as is presented in Fig. 1. The variability in both pea groups was relatively high for each criterion, due to the very wide genetic base of the investigated collections. In addition, the seed samples originated from two locations (smooth seeded peas from Šumperk, wrinkle seeded peas from Olomouc). Nevertheless, the study of BASTIANELLI *et al.* (1998) reported a starch content of smooth seeded pea from 42.9 to 52.7% of DM. The range of variability of each criterion was very different, e.g. the coefficient of variation (c.v.) for starch content in smooth seeded pea was 8% and for amylose content 2% in the same group of pea.

The composition of smooth and wrinkle seeded peas (Table 1) corresponded to what is generally known (REIMANN-PHILIPP 1985). The starch content of smooth seeded peas ranged from 42.9 to 56.5% in DM, with (standard deviation) $s = 2.8$. The mean amylose content was 12.2% of DM with $s = 1.6$. The mean amylopectin content was 37.8% in DM with a c.v. of 7%. Crude protein in smooth seeded pea varied from 18.1 to 31.4% in DM, with a c.v. of 8%. CARROUEÉ & GATEL (1995) reported a mean crude protein content of 24% in DM in annual investigations of the UNIP-ITCF. We have found a mean crude protein content of 26.1% in DM. This is slightly more, but the genetic variability is higher than is generally found in cultivated peas.

Wrinkle-seeded peas differed from smooth seeded peas mainly in a lower concentration of starch content,

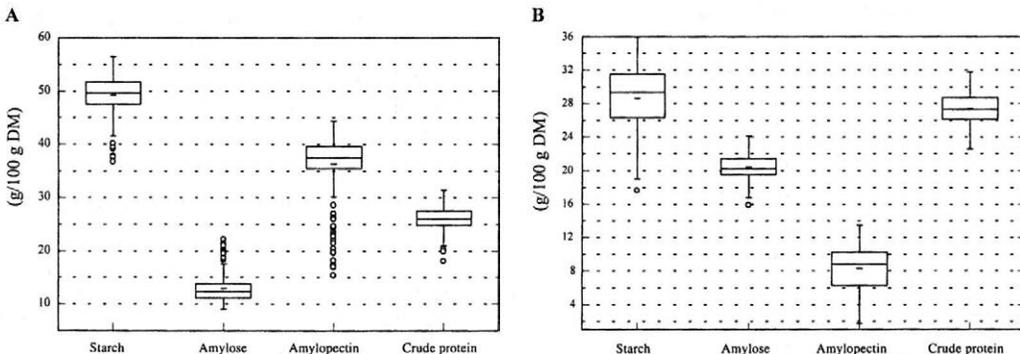


Fig. 1. Overall variation of starch, amylose/amylopectin and crude protein content of smooth (A) and wrinkle (B) seeded peas (boxes indicate the 25th and 75th percentiles of data and bars indicate the 10th and 90th percentiles respectively)

Table 1. Approximate analysis of smooth, wrinkled and intermediate peas

	Smooth peas						Wrinkled peas						Intermediate peas					
	No.	mean	s.d.	c.v.	min.	max.	No.	mean	s.d.	c.v.	min.	max.	No.	mean	s.d.	c.v.	min.	max.
Starch	199	50.0	2.8	5	42.9	56.5	183	28.7	3.8	10	17.6	35.9	20	41.1	2.6	6	36.7	45.7
Amylose	199	12.2	1.6	12	9.0	15.9	183	20.4	1.5	10	15.8	24.2	20	19.1	2.1	11	14.6	22.9
Amylopectin	199	37.8	2.8	7	30.1	44.3	183	8.3	2.7	30	1.7	13.5	20	22.0	4.0	18	15.4	31.1
Crude protein	199	26.0	2.1	8	18.1	31.4	183	27.3	1.9	10	22.6	31.8	20	26.5	1.8	7	23.9	30.3

Abbreviations: s.d. = standard deviation; c.v. (%) = coefficient of variation

as was found also by others (BERTOFT *et al.* 1993a; WANG & HADLEY 1993; ENGQVIST 2001). The starch content ranged from 17.6 to 35.9% in DM. The standard deviation of 3.8 was higher than in the group of smooth seeded peas. The mean amylose content was 20.4% in DM. The s.d. was 1.5, whereas BASTIANELLI *et al.* (1998) reported a $s = 2.4$, but only from 6 accessions. The amylopectin content reached critical values of 1.7–13.5% of DM with a c.v. of 33%. The crude protein content of wrinkle seeded pea was usually reported higher than in smooth seeded pea (COLONNA *et al.* 1992; CHLOUPEK 2000; WANG & HEDLEY 1993; MAKASHEVA 1979). This is in agreement with BASTIANELLI *et al.* (1998) and with our results, in which the mean crude protein content was 27.3% in DM.

The data for starch, amylose/amylopectin and crude protein content followed a normal statistical distribu-

tion, on the basis of which an evaluation scale was created (Table 2). Two general groups of smooth and wrinkle-seeded peas were formed by means of the UNISTAT statistical programme. A group of 20 outliers was detected by analysing the wrinkle seeded pea data. A detailed study of the 20 accessions revealed the presence of a mutation, which was described by KOOISTRA (1962). The seeds have a less or more wrinkled shape, but the starch characteristics are similar to those of smooth seeded peas, although a higher amylose content was detected. The content of starch, amylose/amylopectin and crude protein of these intermediate types was evaluated separately and is presented also in Table 1.

Correlation coefficients between starch, amylose/amylopectin and protein content were calculated. In contrast to KOSSON *et al.* (1994), a positive correlation between starch and amylose content was found (Table 3)

Table 2. Suggested classification scale for smooth and wrinkle seeded peas according to starch and amylose/amylopectin content (in % DM)

	Starch content			Amylose content			Amylopectin content		
Smooth seeded peas	1	very low	< 45.00	1	very low	< 9.75	1	very low	< 30.00
	2		45.01–46.50	2		9.76–10.50	2		30.01–32.00
	3	low	46.51–48.00	3	low	10.51–11.25	3	low	32.01–34.00
	4		48.01–49.50	4		11.26–12.00	4		34.01–36.00
	5	medium	49.51–51.00	5	medium	12.01–12.75	5	medium	36.01–38.00
	6		51.01–52.50	6		12.76–13.50	6		38.01–40.00
	7	high	52.51–54.00	7	high	13.51–14.25	7	high	40.01–42.00
	8		54.01–55.50	8		14.26–15.00	8		42.01–44.00
	9	very high	> 55.50	9	very high	> 15.00	9	very high	> 44.01
Wrinkle seeded peas	1	very low	< 18.00	1	very low	< 15.60	1	very low	< 2.75
	2		18.01–21.55	2		15.61–16.80	2		2.76–4.26
	3	low	21.56–25.10	3	low	16.81–18.00	3	low	4.27–5.77
	4		25.11–28.70	4		18.01–19.20	4		5.78–7.28
	5	medium	28.71–32.20	5	medium	19.21–20.40	5	medium	7.29–8.79
	6		32.21–35.80	6		20.41–21.60	6		8.80–10.30
	7	high	35.81–39.30	7	high	21.61–22.80	7	high	10.31–11.80
	8		39.31–42.90	8		22.81–24.00	8		11.81–13.32
	9	very high	> 42.90	9	very high	> 24.00	9	very high	> 13.32

Table 3. Correlation coefficients between starch, amylose, amylopectin and crude protein in smooth, wrinkled and intermediate peas

	Pea		
	smooth	wrinkled	intermediate
Amylose	0.285**	0.806**	-0.424*
Amylopectin	0.849**	0.945**	0.859**
Crude protein	0.387**	-0.529**	-0.717**

**significant at $p < 0.01$; *significant at $p < 0.05$

in both the smooth and wrinkle seeded pea groups. The negative correlation within the intermediate group was an exception, but the correlation was rather low and significant only at $p > 0.05$. Our results of a negative cor-

relation between starch and crude protein in smooth seeded peas are in accordance with data of CARROUÉE & GATEL (1995). We have found this correlation in all investigated pea groups. From the correlation coefficients and from the data in Table 4 follows:

- wrinkle seeded peas with low starch content included low amylose and low amylopectin in the proposed evaluation scale. High starch content within the same group of peas was usually associated with a high amylose and amylopectin proportion in the evaluation scale. This means that genotypes with high starch content and a very high amylose and low amylopectin proportion on the evaluation scale were not present;
- however, in smooth seeded peas, a decrease of amylopectin induced an increase of amylose. This was independent from the total starch content. This phenomenon was not observed in the group of wrinkle-seeded peas.

Table 4. Starch, amylose, amylopectin and crude protein content of smooth and wrinkle seeded peas accessions and intermediate peas (% in DM)

Accession name	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein	Accession name	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein
Smooth seeded peas									
Vermeer	56.39	12.69	43.70	25.15	N.sl. LU-1115/23/Merkur	53.45	12.08	41.37	24.87
Bohatýr	56.16	12.24	43.92	23.33	Romeo	53.27	14.38	38.89	22.49
N.sl. LU-156/21/Sonet	56.00	15.96	40.04	23.68	Record	53.26	14.97	38.29	25.35
N.sl. LU-138/10/Saturn	55.89	14.42	41.47	25.98	Heralda Quedlinburger	53.25	13.58	39.67	26.01
N.sl. HM-2648/9/	55.56	11.22	44.34	29.13	Odin	53.14	13.34	39.80	27.07
Stambovyj 2	55.40	13.90	41.49	22.31	Cambar	53.09	11.89	41.19	24.75
Schobi	55.37	13.84	41.53	23.54	Mangetout Demi Rames				
Podřipan	55.31	11.23	44.08	25.46	Tres Larg	53.02	9.60	43.42	27.51
Polak	54.94	13.46	41.48	25.31	Parel	52.92	12.96	39.95	26.51
Konservenperle	54.93	12.80	42.13	28.18	Wierzigtalige	52.86	12.05	40.81	26.60
Olivin	54.89	11.64	43.25	25.43	Inter	52.86	10.73	42.13	24.75
Agat	54.77	10.68	44.09	20.13	Orion	52.84	11.89	40.95	25.75
Libella	54.70	11.32	43.38	22.64	Express	52.80	11.04	41.77	24.79
Mirador	54.67	14.71	39.96	22.25	Zuckerperle	52.73	12.87	39.86	26.75
Menhir	54.46	14.43	40.03	20.34	Tracer	52.70	15.28	37.41	24.95
Pegas	54.44	11.76	42.68	25.37	Rekord	52.63	15.16	37.47	25.70
Tolar	54.38	13.81	40.57	19.94	Amerikaniche Markerbse	52.53	11.08	41.44	25.70
Komet	54.30	14.50	39.80	18.06	Přebohatý	52.42	12.95	39.47	28.59
Bodil	54.15	13.05	41.10	23.43	Juran	52.41	13.94	38.47	24.70
Tyrkys	54.02	14.59	39.44	24.60	Flavanda	52.35	13.19	39.16	25.90
L 11 (new breeding)	53.73	12.20	41.53	24.36	Limburgse Groene Krombek	52.34	12.25	40.10	24.56
N.sl. HM-2689/19/	53.69	14.01	39.67	23.38	Orlus	52.21	12.06	40.15	20.95
Sobel	53.60	14.47	39.13	25.62	Junák	52.05	12.65	39.40	22.27
Zwilling	53.49	15.67	37.82	25.75	Majskij	51.94	13.97	37.97	25.08

Table 4 to be continued

Accession name	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein	Accession name	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein
Tabu	51.91	14.90	37.02	26.57	Unica	50.22	12.66	37.57	26.63
Krinerův zelený velkožrný	51.90	10.64	41.26	27.17	Sandra	50.17	13.55	36.63	21.33
Smaragd	51.75	10.87	40.88	25.38	Janus	50.15	14.24	35.91	25.19
Caractacus	51.74	12.57	39.17	27.55	Giant Morheim Sugar	50.14	10.48	39.66	29.13
Unica	51.68	10.70	40.98	25.50	Flandrexquis	50.12	11.53	38.59	27.96
Orlovčanin	51.65	11.47	40.18	25.37	Agra	49.97	12.19	37.78	23.39
Profi	51.64	12.50	39.14	23.83	SOD 2294	49.96	12.34	37.62	23.13
Precoce di Annonay	51.64	12.08	39.55	25.82	Rembrandt	49.94	13.93	36.01	25.91
Serpettes Guilloteaux	51.62	10.58	41.04	24.59	Bulava	49.89	10.58	39.31	28.10
Brunswiga	51.60	10.32	41.28	28.52	Slovenský Expres	49.89	13.47	36.42	25.22
Jihoafrický krmný	51.51	12.62	38.89	27.32	Předchůdce	49.88	11.52	38.36	26.06
Venloense Lage	51.48	11.89	39.59	28.74	Koivisto	49.88	13.17	36.71	25.00
Liliput	51.48	11.22	40.26	26.75	Sofia 9	49.80	10.21	39.59	27.38
Pollux	51.41	14.14	37.27	27.76	Grune Rotbluhende Niedrige	49.79	13.69	36.10	27.74
Stendes Hero	51.41	12.75	38.66	25.26	Waldmanns Grune Waldoria	49.78	10.11	39.68	28.67
Gloire de Quimper	51.34	11.14	40.20	27.39	Belgický	49.73	10.14	39.58	27.43
Finale	51.31	11.85	39.45	27.56	Dik Trom	49.71	13.02	36.69	26.18
Froidure	51.28	15.13	36.15	26.09	Geneva 21	49.71	10.94	38.77	28.18
Dětenický žlutý velkožrný	51.26	12.71	38.55	21.87	Late Veense	49.70	11.23	38.47	27.51
AZ 26	51.10	12.37	38.73	24.88	Nejranější BXB	49.59	10.81	38.78	28.77
Aurora	51.09	10.58	40.52	26.10	Michaux de Hollande	49.52	12.38	37.14	25.70
Dalibor	51.06	12.10	38.96	22.33	Schnabel Gruner	49.52	11.19	38.33	25.76
Vjatič	51.02	11.28	39.74	23.88	Meidoppers	49.43	11.96	37.47	27.17
Fruhe Harzerin	50.87	12.36	38.51	28.53	Uberreich	49.29	12.27	37.02	26.03
Kujawski Wczesny	50.84	11.59	39.25	26.09	Rostovskij vysokij belij	49.23	13.73	35.49	27.43
Taqiewnicki	50.74	15.42	35.31	25.70	Hrách z Poličky	49.21	13.68	35.53	28.74
Supovaja Lopatočka 181	50.73	12.38	38.35	25.70	Tidling Lav	49.18	12.34	36.84	27.30
Nejranější májový	50.64	12.71	37.93	28.34	GA 91 PO 10	49.14	11.89	37.25	24.73
Zegalov	50.60	15.74	34.86	25.91	Fin De La Bievre	49.11	10.31	38.80	26.72
Shasta	50.57	12.09	38.48	26.06	Roi de Serpektes	49.08	10.06	39.02	26.54
Kralický oválný	50.53	11.12	39.41	25.94	Stupický velkožrný žlutý	49.03	14.27	34.76	25.64
Hylgro	50.48	11.76	38.72	26.92	Desarales	48.98	12.29	36.68	27.27
Renata	50.47	13.32	37.15	23.52	Espoir De Gembloux	48.84	11.53	37.32	22.06
Židlochovický Folger	50.46	10.29	40.17	28.76	No. 527	48.81	12.74	36.07	25.07
Rival II	50.45	10.34	40.11	24.39	Buschbaum zobákovitý	48.76	12.29	36.47	25.77
Krombeck	50.44	13.32	37.13	25.56	Atol	48.72	11.25	37.47	24.81
Borek	50.44	10.14	40.30	25.78	Malá Porýňanka	48.61	9.19	39.42	29.72
Židlochovický Viktoria raný	50.44	12.31	38.13	22.20	Juno	48.47	11.39	37.08	22.95
Orlovčanin I	50.42	12.30	38.12	27.17	Engeslek Sabel	48.44	9.74	38.70	27.93
Anik	50.32	10.52	39.80	27.89	Ruhm von Kassel	48.42	12.25	36.17	29.03
Nan-Czin-Tjan-Van-Dor	50.30	13.63	36.67	24.76	Majskij Rannyj	48.39	10.02	38.38	27.91
Sen-jan-czjao-sen	50.26	13.22	37.04	24.57	Saxa	48.38	11.42	36.97	27.90
Dickson	50.24	11.00	39.23	28.03	Radio	48.38	12.48	35.90	26.08

Table 4 to be continued

Accession name	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein	Accession name	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein
Hijlkema Unica	48.37	12.04	36.33	27.69	Petit rovensal	47.35	10.80	36.55	26.12
Orlík	48.32	12.32	36.00	23.99	Sperba	47.16	11.46	35.70	28.83
Buxbom White	48.32	11.98	36.33	27.67	Klarus	47.16	15.47	31.69	24.53
Dornburger Gelbe	48.24	9.89	38.35	28.83	Graue Pariser Schwert	47.05	9.88	37.17	29.25
Ju Aamisepp	48.19	9.93	38.26	27.98	Sylvester 49	47.03	10.82	36.22	29.33
Nordost	48.19	10.79	37.39	25.26	DP 1059	46.96	12.07	34.89	25.63
Douce rovence	48.17	10.12	38.05	29.30	L 3 (new breeding)	46.93	13.28	33.65	23.79
Liblický Bastard	48.11	11.64	36.47	25.85	Novozélandský	46.81	13.86	32.95	26.91
Buchsbaum II	48.07	11.54	36.53	30.22	Neue Riesenschnabel	46.80	9.92	36.88	31.42
Trumpf	48.05	9.71	38.34	29.12	Hráč ze Samikovic				
Zeiner s Kurz und Gut	48.05	9.61	38.44	27.68	CL 19.1.	46.79	9.03	37.76	25.64
Progreta	48.04	9.85	38.19	27.82	Viktoria 800	46.70	9.67	37.03	24.75
Maja	47.96	13.67	34.29	25.75	Juwel	46.58	10.39	36.19	29.32
Přebohatý	47.87	10.53	37.34	25.50	Profal	46.51	12.98	33.54	27.86
Maminath	47.85	12.01	35.84	28.36	Hindukush II	46.49	12.78	33.70	26.85
Onyx	47.85	10.19	37.66	27.31	Cwartkowy	46.31	10.79	35.52	27.85
Jupiter	47.83	13.68	34.15	23.13	Viktoria 75	46.18	14.87	31.31	25.78
Szn-Jan-Cz-Jao-Szn	47.83	11.86	35.97	28.27	Erbi	46.03	12.29	33.74	24.23
Swensk Sabel	47.81	12.19	35.62	28.62	Rasper Groene	45.96	10.85	35.12	27.42
Montana	47.79	13.67	34.12	24.17	Konservová královna	45.93	11.67	34.27	27.34
Klatovský zelený	47.75	12.61	35.14	27.17	Onsa	45.91	10.10	35.81	27.50
Solara	47.72	12.17	35.55	22.85	Hráč z Pardubic	45.89	13.63	32.26	28.16
Milion žlutý	47.70	14.02	33.68	23.57	Odeon	45.89	14.87	31.02	25.69
Norrlands	47.69	10.40	37.30	27.35	Saxa	45.79	13.60	32.19	25.88
Nan-czin-tjan-van-dpu	47.69	12.83	34.86	25.96	Zborovický Viktoria	45.56	14.35	31.21	27.49
Raman	47.66	14.68	32.98	23.66	Nordost Kleine Weisse	45.27	10.91	34.36	29.85
Lotta	47.63	11.77	35.87	27.19	Stupický zelený	45.09	9.60	35.49	27.26
Kniežaca koruna	47.54	11.79	35.75	28.81	Milevský krajový	44.60	13.56	31.04	27.79
Proteus	47.52	12.59	34.92	24.83	Meteor	44.50	14.33	30.17	22.25
Slovenský konservový	47.51	13.35	34.16	25.32	Sprut II	44.13	11.08	33.06	25.38
Pixie	47.50	10.40	37.10	26.79	Diosecký Kentisch	43.66	9.17	34.49	27.95
Mansfelder Grune	47.45	11.43	36.01	28.18	Milion zelený	43.29	11.60	31.69	25.73
Zborovický žlutý	47.40	10.81	36.59	27.23	Meteor	42.93	11.72	31.21	28.43

Wrinkle seeded peas

Nott s Excelsior	35.93	23.36	12.58	25.98	Selkirk	34.33	22.66	11.67	26.96
Židovická Perla	35.24	21.85	13.39	27.01	Main Knight Poisnide	34.17	23.24	10.93	27.67
Coronado	35.11	22.47	12.64	25.86	Orcado	33.77	20.26	13.51	26.24
Jof	35.00	22.40	12.60	27.84	Venus	33.68	21.89	11.79	29.17
Bornella	34.73	22.23	12.50	27.11	Marifon	33.67	22.22	11.45	22.60
Amos	34.54	21.76	12.78	26.22	Orkado	33.64	20.19	13.46	26.28
Dinara	34.41	22.71	11.70	25.94	Rapid	33.52	21.79	11.73	24.21
Roi des Halles	34.33	22.32	12.02	26.52	Osterlen OJO	33.48	22.77	10.71	26.67

Table 4 to be continued

Accession name	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein	Accession name	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein
Palas	33.36	23.02	10.34	28.09	Rogers Key	31.44	22.64	8.80	27.04
Royal Salute	33.36	22.35	11.01	26.01	Gerda	31.43	20.43	11.00	26.07
Záboj	33.31	21.65	11.66	24.03	Beta	31.27	22.51	8.76	26.76
Bohdan	33.21	21.25	11.95	25.94	Kasal	31.27	20.32	10.94	24.23
Margit	33.15	20.22	12.93	26.26	Commander	31.25	22.50	8.75	27.05
Wando 17	33.11	23.18	9.93	27.94	Banquet	31.20	19.96	11.24	27.60
Kelvedon Champion	33.10	23.50	9.60	28.02	Bravado	31.20	20.59	10.61	26.58
Polar	33.05	21.48	11.57	24.21	Birgit	31.17	20.26	10.91	29.42
Asanji I.C. 3024	32.94	19.76	13.17	24.27	Skinado	31.08	20.83	10.26	24.91
Kontrola	32.90	24.02	8.88	25.79	American wonder	31.08	19.89	11.19	26.75
Radim	32.78	21.96	10.82	25.55	Karina	31.06	20.81	10.25	27.11
Revolution	32.71	20.28	12.43	28.31	Jof	30.96	20.13	10.84	27.56
Superbe Roland	32.70	22.56	10.14	27.87	Telefone a Rames	30.95	22.28	8.67	27.11
Telephone	32.65	24.16	8.49	27.13	Comet	30.90	21.63	9.27	22.98
Coral	32.62	20.22	12.39	27.23	Favorit	30.90	21.01	9.89	25.18
Ctirad	32.60	23.80	8.80	25.85	Gloriosa	30.75	21.22	9.53	25.52
Židovická Edelperle	32.56	20.84	11.72	26.92	No. 4683	30.75	23.06	7.69	26.69
Banf	32.48	20.46	12.02	25.67	Witham Csadaja	30.74	19.67	11.07	25.54
Warindo	32.48	22.08	10.39	22.89	Foli	30.70	19.65	11.05	26.38
Prodige	32.43	23.02	9.40	27.92	Tiny	30.67	20.55	10.12	26.40
Horymír	32.42	20.75	11.67	24.48	Milget	30.58	21.10	9.48	27.40
Haubner s Siegerin	32.41	22.37	10.05	27.58	Junos	30.45	19.49	10.96	26.77
Kerstin	32.33	21.02	11.32	27.60	Witham Wonder	30.43	18.87	11.56	23.96
Syrenka	32.23	22.24	9.99	27.52	N.72	30.36	21.25	9.11	29.48
Granada	32.21	21.90	10.31	24.87	Vroni	30.34	20.63	9.71	27.60
Vitalis	32.20	22.54	9.66	29.02	Radovan	30.33	21.84	8.49	25.84
Slavoj	32.19	21.89	10.30	24.37	Desi	30.31	21.83	8.49	29.00
Boretta	32.18	20.60	11.59	27.91	Erik	30.29	19.69	10.60	27.73
Erfo	32.17	20.91	11.26	26.68	Rani	30.27	20.28	9.99	26.98
Trimento	32.12	20.56	11.56	28.17	PSM 7164	30.22	20.55	9.67	27.80
Mozgovej Malceva	32.08	22.13	9.94	27.24	Uniroy	30.18	21.43	8.75	26.88
Banquet	32.07	22.45	9.62	26.14	Wolf	30.17	20.82	9.35	25.24
Chertensens Cornel	32.00	23.04	8.96	27.27	Radim	30.16	22.02	8.14	29.27
Coronet	31.95	22.69	9.27	24.82	Bliss Abundance	30.15	22.01	8.14	25.01
Virtus	31.90	22.97	8.93	27.17	Brunonia	30.14	19.59	10.55	23.74
Hundredfold	31.89	22.96	8.93	29.57	VSB-1145	30.10	21.97	8.13	23.56
Agtam 1118	31.85	21.34	10.51	26.10	Remus	30.09	20.16	9.93	27.03
Banquet	31.82	23.54	8.27	23.67	Dinga	30.09	19.56	10.53	26.59
Bravado	31.70	20.92	10.78	26.97	David	30.09	20.46	9.63	25.93
Camina	31.58	20.84	10.74	24.65	Dickmadam	30.07	19.55	10.52	23.36
Bikini	31.54	19.87	11.67	26.94	Laxall	30.06	22.85	7.21	28.30
Junior	31.53	20.81	10.72	28.73	Vicuna	30.02	21.61	8.40	27.27
Zif 1089	31.47	21.40	10.07	26.11	Marita	29.99	20.09	9.90	26.38

Table 4 to be continued

Accession name	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein	Accession name	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein
Wunder von Kelvedon	29.97	19.48	10.49	27.67	Actia	28.47	19.64	8.82	28.14
Rentpayer	29.97	19.48	10.49	24.56	Kontiky	28.37	19.57	8.79	26.95
Quedlinburg Delex Hochzucht	29.88	20.61	9.26	31.42	Bornella	28.33	20.68	7.65	27.34
Cukrový	29.84	19.70	10.15	24.98	Waverplus	28.27	20.64	7.63	27.39
Bornova	29.82	20.28	9.54	27.64	Orion	28.07	20.49	7.58	27.52
Nobel	29.76	21.72	8.03	24.28	Sprinter	28.03	21.31	6.73	28.26
Kobald	29.61	19.84	9.77	24.71	Gloriosa	28.00	19.88	8.12	27.67
Catalina	29.61	19.84	9.77	27.32	Wasatch	27.91	20.65	7.26	27.40
Migella	29.56	20.10	9.46	26.82	L-362 A.W.N.	27.87	19.79	8.08	23.75
Curico	29.52	20.37	9.15	27.76	Moravan	27.79	21.40	6.39	26.11
Tristar	29.51	20.06	9.44	26.43	Triola	27.77	20.27	7.50	28.65
Eislebener Siegerin	29.38	21.74	7.64	28.72	Peter Ban	27.70	19.66	8.03	29.56
Mergert	29.38	19.98	9.40	25.04	Greenfeast	27.69	19.66	8.03	30.48
Daybreak	29.35	19.96	9.39	27.92	Inga	27.63	20.17	7.46	26.53
Ambrosiana	29.34	20.54	8.80	28.79	Undine	27.57	19.30	8.27	27.46
Duc d'Albany	29.27	19.61	9.66	28.40	Trioфан	27.40	20.55	6.85	24.98
Lumír	29.23	22.51	6.72	26.89	Delikates Robusta	27.38	19.71	7.67	24.45
Mergert	29.23	19.59	9.65	27.18	Hunter	27.30	19.39	7.92	30.58
Ballado	29.22	20.16	9.06	27.69	Citrina	27.13	20.07	7.05	26.80
Oskar	29.20	19.86	9.34	26.86	Dorit	27.07	19.49	7.58	26.96
Scout	29.18	19.84	9.34	28.20	Domino	26.98	19.70	7.28	26.21
Delikates	29.18	18.96	10.21	24.42	Triodark	26.88	20.43	6.45	27.76
Arika	29.12	20.09	9.03	28.14	Saxa	26.82	20.38	6.44	29.82
Helga	29.08	19.48	9.60	24.76	Kelvedon Wonder	26.78	19.55	7.23	27.89
Frigga	29.06	20.05	9.01	26.96	Lynx	26.76	19.80	6.96	25.11
CL 903	29.01	22.05	6.96	25.12	Bordi	26.71	20.83	5.88	29.10
Salzmunder Grune	29.00	19.72	9.28	26.08	Early frosty	26.71	20.83	5.88	29.20
Havel	28.86	18.76	10.10	28.30	Regina	26.50	19.87	6.62	28.69
Dřeňový L 9	28.86	21.35	7.50	26.66	Promise	26.46	19.84	6.61	30.96
Balsa	28.85	20.49	8.37	25.56	Varas	26.44	19.57	6.88	24.80
Wav 522	28.81	21.60	7.20	23.90	Bliss abundance	26.38	20.58	5.80	29.20
Fabundo	28.78	20.72	8.06	28.13	Manuella	26.33	19.22	7.11	26.88
Kronenperle	28.76	19.85	8.92	29.09	Rapid	26.19	19.64	6.55	29.80
Apexina	28.64	19.76	8.88	26.57	Fursten krone	26.16	20.67	5.49	30.20
Bordi	28.64	20.05	8.59	28.42	Ranka	26.14	19.35	6.80	28.45
Junior	28.59	20.01	8.58	28.92	Spring	26.10	20.10	6.00	29.49
Mira	28.57	22.28	6.28	28.02	Costa	25.99	19.49	6.50	29.06
Dippe's Foli	28.56	19.70	8.85	27.15	Perfa	25.91	19.69	6.22	27.12
Nefrit	28.52	20.82	7.70	26.89	San Cipriano	25.83	20.15	5.68	29.10
Valgreen	28.50	20.80	7.69	28.50	Wunder von Kelvedon	25.58	19.44	6.14	29.00
Calama	28.49	19.95	8.55	26.75	US 95 945	25.50	20.40	5.10	28.30
Argona	28.47	19.93	8.54	24.85	Bodeperle	25.42	19.32	6.10	24.45
					Wando	25.39	19.55	5.84	29.66

Table 4 to be continued

Accession name					Accession name				
	Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein		Starch	Amylose	Amylopectin	Crude protein
Moni	24.99	18.74	6.25	30.47	Canners King	22.91	19.70	3.21	29.74
Frizette	24.85	19.64	5.22	28.80	Swet American Pea	22.89	18.77	4.12	28.07
Prince of Wales	24.82	19.61	5.21	28.68	Borovecyna 28	22.78	18.45	4.33	29.02
Carter's Skipper	24.74	18.80	5.94	24.20	NZ 3080	22.67	18.14	4.53	30.01
US 95 934	24.63	20.44	4.19	28.60	Pluperfect	22.47	18.87	3.59	28.96
Grune Runzlige Zuckererbse	24.51	19.61	4.90	28.05	DN-29	22.34	18.77	3.57	30.60
Alta	24.45	19.31	5.13	29.93	Indický mutant	22.33	19.20	3.13	29.80
Breustedts Ceres	24.42	19.05	5.37	29.70	Paramacent	22.00	18.92	3.08	28.80
Markana	24.41	20.75	3.66	30.18	Margarit	21.93	18.42	3.51	30.37
Lynx Tree	24.33	19.22	5.11	26.74	Locovil	21.82	18.33	3.49	31.15
Progress	24.17	19.33	4.83	29.91	Cobolt NZ 3305	21.33	17.49	3.84	29.98
Dark Skin Perfected	24.14	19.07	5.07	28.00	Clucas Comet	21.31	17.47	3.84	30.65
Alton	24.08	18.55	5.54	23.76	Grietovo Kronenerbse	21.25	18.06	3.19	29.24
Catemu	24.06	18.77	5.29	27.01	Nugget	21.18	18.00	3.18	28.31
Borec	23.94	19.15	4.79	29.13	Sutton s Excelsior	21.10	17.30	3.80	29.19
Chancelot	23.85	19.32	4.53	29.37	Freezer 37	20.96	17.39	3.56	31.05
Darfon	23.79	18.56	5.23	27.61	Beilant G-35	20.60	17.51	3.09	29.80
Senator	23.66	18.69	4.97	29.60	Picardie	20.33	16.88	3.46	30.28
Confidence	23.62	18.42	5.20	26.00	Freezer Perfected	20.16	17.54	2.62	27.06
King	23.49	19.02	4.46	29.74	Laxtons Progress	20.10	16.88	3.22	29.10
Neberfluss	23.33	19.13	4.20	30.93	Minarette	19.96	17.56	2.39	31.58
Izumrud	23.20	19.26	3.94	28.70	Perfection Canner	19.46	17.32	2.14	30.02
Voroněžský zelený	23.20	19.26	3.94	28.10	Centurion	19.03	16.74	2.28	31.78
Tezierprestige 6378	23.00	18.63	4.37	30.88	Freezer 626	17.61	15.85	1.76	27.79
Intermediate peas									
Aviator	45.73	14.63	31.09	23.95	Siziliens Wunder	41.62	18.73	22.89	24.62
Zukerfee	45.41	19.53	25.88	26.69	Emigrant	41.51	19.51	22.00	27.15
Marrowfat	44.16	19.87	24.29	23.91	Rembrandt orig.	40.07	20.44	19.64	27.35
Zelka	43.70	20.98	22.72	26.24	Early American Pea	39.97	20.39	19.59	27.02
Nejranější BB new breeding	42.92	16.74	26.18	24.03	Prince Bismack	39.43	21.29	18.14	28.37
Du Cordon Blue	42.82	15.84	26.97	25.49	Big Ben	39.12	15.65	23.47	29.09
Korstro Schrokker	41.90	20.53	21.37	25.98	Foremost	37.78	20.40	17.38	29.08
Boordevol	41.84	17.57	24.27	24.41	Roi des Fins Vert	37.59	20.67	16.91	30.34
Onsa Hadmerlebener	41.65	17.08	24.57	25.55	Gebruder Dippes Delex	37.45	22.10	15.36	26.36
Juni Schwert	41.63	21.23	20.40	27.53	Ideal	36.71	19.82	16.88	27.97

Detailed results of the analysis of starch, amylose/amylopectin and crude protein in the groups of smooth, wrinkled and intermediate peas are presented in Table 4. The accessions are sorted by decreasing starch content. Although the year effects are unknown, the obtained data allow a preliminary choice of accessions for the breeding of peas with improved starch and amylose content.

References

- BASTIANELLI D., GROSJEAN F., PEYRONNET C., DUPARQUE M., RÉGNIER J.M. (1998): Feeding value of pea (*Pisum sativum* L.) 1. Chemical composition of different categories of pea. *Anim. Sci.*, **67**: 609–619.

- BERTOFT E., MANELIUS R., QIN Z. (1993a): Studies on the structure of pea starches. Part 1: Initial stages in α -amylolysis of granular smooth pea starch. *Starch*, **7**: 215–220.
- BERTOFT E., QIN Z., MANELIUS R. (1993b): Studies on the structure of pea starches. Part 4: Intermediate material of wrinkled pea starch. *Starch*, **12**: 420–425.
- BLENFORD D. (1994): Pea starches. Unique natural ingredients. *Int. Food Ingred.*, **6**: 27–32.
- CARROUÉE B., GATEL F. (1995): Chemical Composition of Feed Peas. In: CARROUÉE B., GATEL, F. (Eds.). *Peas. Utilisation in Animal Feeding*. UNIP-ITCF, Paris, France: 29–42.
- CASEY R., DOMONEY C. (1999): Pea Globulins. In: SHEWRY P. R., CASEY R. (Eds.): *Seed proteins*. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht: 171–208.
- COLONNA P., BULÉON A., DOUBLIER J.L. (1992): Structural features of smooth and wrinkled pea starches. In: *Ist Eur. Conf. Grain Legumes*. Angers, France, AEP Publ.: 401–402.
- ENGQVIST G. (2001): Breeding and Agronomy. In: HEDLEY C.L. (Ed.): *Carbohydrates in Grain Legume Seeds: Improving Nutritional Quality and Agronomic Characteristics*. CABI Publ., Wallingford: 209–232.
- HAEDER H.E. (1989): Die Erbse ein potentieller Amyloselieferant. *KALI-BRIEFE (Büntehof)*, **19**: 707–718 (In German).
- HOLT N. W., SOSULSKI F. W. (1979): Amino acid compositions and protein quality of field peas. *Can. J. Plant Sci.*, **59**: 653–660.
- CHLOUPEK O. (2000): Pea Breeding. In: CHLOUPEK O. (Ed.): *Genetic Diversity, Breeding and Seed Production*. 2nd ed. Academia, Praha: 171–173 (in Czech).
- JONES D.A., URBAN J., ČOPÍKOVÁ J. (1999): A micro-analytical method for the determination of starch and amylose/amylopectin content in pea seeds. *Biol. Plant.*, **42**: 303–308.
- KOOISTRA E. (1962): On the differences between smooth and three types of wrinkled peas. *Euphytica*, **11**: 357–373.
- KOSSON R., CZUCHAJOWSKA Z., YESHAJAHU P. (1994): Smooth and wrinkled peas. I. General physical and chemical characteristics. *J. Agric. Food Chem.*, **42**: 91–99.
- MAKASHEVA R.K. (1979): Biochemical characters of subspecies and varieties. In: MAKASHEVA R.K. (Ed.): *Grain Legumes. Part 1 Pea*. KOLOS, Leningrad: 174–188 (In Russian).
- PAVELKOVÁ A., MORAVEC J., HÁJEK D., BAREŠ I., SEHNALOVÁ J. (1986): Descriptor List genus *Pisum* L. *Res. Inst. Crop Prod. Prague. Genet. Resources*, **32**: 40.
- REIMANN-PHILIPP R. (1985): Erbse. In: FISCHBECK G., PLARRE W., SCHUSTER W. (Eds.): *Lehrbuch der Züchtung Landwirtschaftlicher Kulturpflanzen*. Bd. 2. P. Parey Verlag, Berlin: 205–210.
- URBAN J., HÝBL M. (1999): The use of NIR method for evaluation of the pea (*Pisum sativum* L.) quality. *Plant Prod.*, **45**: 41–43.
- WANG L., HEDLEY C.L. (1993): Genetic and Developmental Analysis of the Seed. In: CASEY R., DAVIES, D. R. (Eds.): *Peas: Genetics, Molecular Biology and Biotechnology*, CABI Publ., Wallingford: 217–236.

Received on June 25, 2001

Abstrakt

HÝBL M., URBAN J., VÁCLAVÍKOVÁ J., GRIGA M. (2001): **Stanovení obsahu škrobu, amylosy/amylopektinu a hrubého proteinu v kolekci genetických zdrojů hrachu**. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, **37**: 114–123.

Škrob obsažený v semenech hrachu a zejména jeden z jeho komponentů – amylosa, jsou v současnosti intenzivně zkoumány především pro možnost jejich nepotravinářského využití. V jednoletém pokusu bylo analyzováno 402 položek z Národní kolekce genetických zdrojů hrachu na obsah škrobu, amylosy/amylopektinu a hrubého proteinu v semenech. Na základě tvaru semen a obsahu škrobu, amylosy/amylopektinu a hrubého proteinu byly analyzované položky rozděleny do 9 kategorií. Pro uvedené rozdělení zmíněných charakteristik byla navržena klasifikační stupnice. Byly zjišťovány korelace mezi obsahem škrobu a amylosy, amylopektinu a hrubého proteinu u hrachu kulatosemenného, hrachu se srvaštělým povrchem semen a intermediárního hrachu. Uvedené výsledky mohou být použity jako prvotní informace pro šlechtění hrachu se změněným obsahem škrobu a amylosy.

Klíčová slova: hrách; *Pisum sativum*; škrob; amylosa; amylopektin; proteiny.

Corresponding author:

Ing. MIROSLAV HÝBL, AGRITEC Šumperk, s.r.o., Zemědělská 16, 787 01 Šumperk, Česká republika
tel.: + 420 649 38 21 15, fax: + 420 649 38 29 99, e-mail: hybl@agritec.cz

Correlation Studies in Pearl Millet

PARTAP SINGH SABHARWAL and KULVINDER SINGH

Department of Plant Breeding, CCS Haryana Agricultural University, Haryana, India

Abstract: The variability and phenotypic correlation were studied in a collection of 150 genotypes of pearl millet (*Pennisetum glaucum* [L.] R. Br.) and in subgroups of tall, medium and dwarf genotypes. The phenotypic coefficient of variation of the whole collection was higher for the number of productive tillers per plant, dry fodder yield per plant and grain yield per plant. The variation in the dwarf group was small, indicating less chances of improvement. The positive correlation of grain yield and dry fodder yield is encouraging for the development of dual purpose material genotypes from the evaluated germplasm.

Keywords: pearl millet; correlation coefficient; germplasm; grain yield

Pearl millet is an important cereal crop of arid and semi-arid regions of the world. In Asia and Africa it is grown mainly for grains, whereas in Australia and USA it is grown for feeding and fodder. In India it is the fourth most important crop after wheat, rice and sorghum. Pearl millet is considered a nutritious food because of its high biological value. It contains 11.6% protein, 5% fat and 2–3% minerals and reasonable amounts of essential amino acid such as tryptophane, threonine, arginine and lysine. Information on the genetic variability is very important for initiating any systematic breeding programme in pearl millet, because sufficient genetic variability in the base material is necessary - for breeding better genotypes. Since yield is a complex trait, the components of which may be differently associated with yield and inter-related, the understanding of their inter-relationship is essential for the improvement of yield. A number of correlation studies in pearl has been published (SANGA & SINGH 1973; MUKHERJI *et al.* 1982; MANGA & SAXENA 1985; MANGAT & SATIJA 1991; LATHA & SHANMUGSUNDRAM 1977; HARER & KARAD 1998). The present study was conducted to find the association between traits within the available collection and to compare subsets genotypes differing in plant height.

MATERIAL AND METHODS

The 150 genotypes and 2 checks, ICR 161 and CSSC-46-2, were grown in 1999 and 2000 at the CCS Haryana Agricultural University, Hisar research farm, in an augmented design on 4 meters long one row plots, spaced 60 cm. Plants within rows were spaced 15 cm. Recom-

mended agronomic practices were applied. The genotypes were grouped according to plant height as follows:

Sets based on	dwarf	medium	tall
Plant height (cm)	<100	100–140	>140
Blocks	2	3	6
Genotypes in each block	10	15	15

Five more genotypes were added to the existing 150 genotypes to adjust the sets for proper analysis because the dwarf group had only 10 genotypes. The data were recorded on five competitive plants selected in each genotype. The following traits were recorded: days to 50% flowering (from sowing to the start of 50% plants flowering), plant height (in cm from ground to the ear tip), productive tillers per plant (only tillers contributing to yield), leaf length (in cm from the base to the tip of the leaf below the flag leaf), leaf width (in cm), ear length (in cm from the base to the ear tip on the primary tiller), ear girth (thickness of the ear in cm), peduncle length (measured in cm from the flag leaf ligula to the ear base), dry fodder yield per plant, grain yield per plant (grams), 1000-grain weight (weight of 1000 random grains dried at room temperature). The significance of differences between genotypes for different traits was tested as described by FEDERER (1977) for the Augmented design II. The Phenotypic coefficient of variation (PCV) was calculated according to BURTON & DE VANE (1953). The associations between yield and its components was examined by computing phenotypic correlation coefficients between the traits and testing their significance according to FISHER and YATES (1967).

RESULTS

The analysis of variance (ANOVA) of the whole collection revealed, that the mean squares (MS) for genotypes were highly significant for all traits (Table 1), except dry fodder weight per plant. In the tall and medium subgroups of genotypes the mean squares were highly significant for all traits, whereas in the dwarf group the MS for all traits except ear length and ear girth were non-significant (Table 2).

The mean, range, PCV and the correlation of the traits with grain yield are presented in Table 3. A wide range of variation was observed within the whole collection in almost all traits except leaf width, ear girth and 1000-grain weight.

Dwarf genotypes showed a wide range for days to 50% flowering. The genotypes in the medium group showed a wide variability range for leaf length, number of tillers per plant and grain yield per plant. The tall genotypes were very variable in ear length, peduncle

Table 1. ANOVA mean squares of individual traits within the whole collection

Source of variation	d.f.	50% flowering	Number of tillers/plant	Leaf length	Leaf width	Ear head length	Ear head girth	Peduncle length (cm)	Plant height (cm)	Dry fodder wt./plant (g)	Grain yield/plant (g)	1000 grain wt./plant (g)
Blocks	5	0.531	0.043	0.875	0.049	0.424	0.195	0.502	1.972	380.9	0.02	0.005
Treatments	151	27.51	3.270	53.53	0.510	15.95	1.554	21.60	711.60	1762.6	144.0	3.32
Checks	1	385.3	2.80	233.2	307.4	239.4	1.54	129.4	6251.8	7676.0	75.0	0.37
Genotypes	149	24.6**	3.25**	52.7**	0.40*	12.8**	1.54**	21.02**	677.5**	1685.5	141.0**	3.34*
CVs	1	100.0	6.33	2.50	13.75	258.56	3.11	0.212	259.5	7343.5	654.4	4.11
Error	5	1.955	0.013	0.190	0.023	0.123	0.123	0.365	0.273	404.9	1.40	0.023

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

Table 2. ANOVA Mean squares in genotype groups differing in plant height

Source of variation	d.f.	50% flowering	Number of tillers/plant	Leaf length	Leaf breadth	Ear head length	Ear head girth
Blocks	tall	5	0.60	0.04	1.12	0.05	0.19
	medium	2	0.50	0.01	0.06	0.01	0.03
	dwarf	1	0.25	0.02	0.02	0.09	0.42
Treatments	tall	91	24.47	2.76	44.18	0.48	1.35
	medium	46	35.44	4.71	50.97	0.72	1.67
	dwarf	21	47.75	1.99	67.13	0.73	1.62
Checks	tall	1	432.00	2.90	244.80	3.41	1.54
	medium	1	253.50	1.24	120.60	2.16	0.96
	dwarf	1	132.25	1.10	78.32	0.81	0.20
Varieties	tall	89	19.25**	2.76**	41.11**	0.34**	1.36**
	medium	44	29.99*	4.73**	49.13**	0.48**	1.64*
	dwarf	19	40.51	2.09	62.65	0.42	1.53*
CVs	tall	1	81.70	3.90	117.41	10.17	0.45
	medium	1	56.88	7.11	61.96	9.70	3.64
	dwarf	1	100.83	0.95	141.05	6.63	4.60
Error	tall	5	1.40	0.01	0.24	0.02	0.10
	medium	2	0.50	0.01	0.136	0.01	0.06
	dwarf	1	2.25	0.02	0.42	0.04	0.00

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

Table 2 to be continued

Source of variation		d.f.	Peduncle length (cm)	Plant height (cm)	Dry fodder wt./plant (g)	Grain yield/plant (g)	1000-grain wt./plant (g)
Blocks	tall	5	0.73	1.20	1.20	0.93	0.01
	medium	2	0.61	0.28	0.16	0.00	0.00
	dwarf	1	0.06	4.41	0.01	0.00	0.00
Treatments	tall	91	20.77	358.20	1701.79	135.06	3.65
	medium	46	19.81	163.97	1032.50	187.07	2.71
	dwarf	21	19.26	436.57	514.74	67.98	1.73
Checks	tall	1	134.00	6048.03	4332.00	75.00	0.30
	medium	1	47.60	3197.04	2360.17	37.50	0.20
	dwarf	1	33.01	2079.36	1444.00	36.00	0.16
Varieties	tall	89	19.58**	238.09	1422.86**	128.19**	3.71**
	medium	44	19.52**	74.00**	1003.87**	186.95**	2.71**
	dwarf	19	18.05	20.65	431.25	73.23	1.64
CVs	tall	1	13.59	5338.18	23896.41	806.75	1.07
	medium	1	4.89	1089.50	964.86	341.65	5.26
	dwarf	1	28.32	6696.11	1171.87	0.06	4.96
Error	tall	5	0.55	1.36	3.80	1.40	0.02
	medium	2	0.06	0.05	0.17	0.01	0.00
	dwarf	1	0.56	0.36	4.00	0.99	0.01

Significant at 1% level

length, fodder yield, grain yield/plant and 1000-grain weight

High PCV were observed for the number of tillers per plant, grain yield/plant, dry fodder weight, 1000-grain weight in almost all subgroups. Lower PCV values were observed for days to 50% flowering in all but the dwarf group. Low PCV values for plant height were observed within all the three plant height groups.

Grain yield per plant was positively associated with the tiller number, ear girth, plant height, dry fodder weight and 1000-grain weight. Grain yield per plant was positively associated with the number of productive tillers per plant, dry fodder weight per plant and 1000-grain weight in the tall and medium groups. In the dwarf group, the grain yield was positively associated only with days to 50% flowering and dry fodder weight (Table 3).

DISCUSSION

The ANOVA of the whole pearl millet collection revealed significant differences among genotypes for all traits except dry fodder weight. When the collection was grouped according to height, there were no significant differences in the dwarf group for almost all traits. The results clearly indicated sufficient variability within the collection for the improvement of the investigated traits,

except in dwarf genotypes, in which the space for improvement appears very low. High PCV was observed for the number of productive tillers per plant, dry fodder yield per plant and grain yield per plant in all height groups. Similar results were obtained by SANGHA and SINGH (1973), HEPZIBA *et al.* (1993), HARER and KARAD (1998). Grain yield is a complex trait and should not be treated as a simple one. Grain yield can be regarded as a product of its components, like productive tillers per plant, 1000-grain weight and ear girth. The different traits of a plant, however, appear to be interrelated. The selection for one trait results in simultaneous changes in other traits. Such correlated response, however, depends on the way, the traits are associated. Therefore, it is an imperative for the breeders to know such correlations and to take advantage of them.

The correlation analysis of grain yield and its components has shown, that in the whole collection grain yield was positively associated with the number of productive tillers, ear girth, plant height, dry fodder weight per plant and 1000-grain weight per plant. Similar results were obtained by HARER and KARAD (1998). Within the tall and medium height groups yield was positively associated with the number of productive tillers, dry fodder weight and 1000-seed weight. Similar results were obtained with even more traits by VIRK (1988), MANGAT and SATIJA (1991), JADHAV *et al.* (1994), LATHA and SHANMUG-

Table 3. Estimates of mean, range and phenotypic coefficient of variation (PCV) for 11 traits and correlation coefficients of grain yield with traits in plant height subgroups

Traits	Group	Mean	Range	PCV%	Correlation with yield
Days to 50% flowering	tall	53.22 ± 1.67	46.00–61.00	8.24	0.03
	medium	52.22 ± 0.99	41.00–60.00	10.48	0.14
	dwarf	50.75 ± 2.10	40.00–59.00	12.54	0.547*
No. of tillers/plant	tall	4.14 ± 0.11	1.30–10.00	40.06	0.43**
	medium	4.70 ± 0.10	1.20–11.00	46.27	0.58**
	dwarf	3.90 ± 0.21	2.00–8.00	37.01	0.45
Leaf length (cm)	tall	55.79 ± 0.68	43.00–75.00	11.49	0.06
	medium	49.42 ± 0.50	36.30–74.00	14.19	0.01
	dwarf	45.32 ± 0.91	28.00–60.00	17.46	0.09
Leaf breadth (cm)	tall	3.17 ± 0.18	1.80–4.70	18.37	-0.17
	medium	2.91 ± 0.10	1.50–5.00	23.81	-0.07
	dwarf	2.70 ± 0.28	1.50–4.60	24.11	0.17
Ear length (cm)	tall	20.97 - 0.56	11.70–35.00	16.62	-0.03
	medium	19.20 ± 0.32	11.30–24.60	16.70	0.07
	dwarf	16.90 ± 0.28	11.00–22.00	20.23	0.20
Ear girth (cm)	tall	7.65 ± 0.44	5.10–10.70	15.24	0.19
	medium	7.10 ± 0.34	3.80–10.00	18.04	0.07
	dwarf	6.75 ± 0.07	5.10–9.80	18.34	0.34
Peduncle length (cm)	tall	29.97 ± 1.04	22.00–50.00	14.76	0.18
	medium	27.85 ± 0.35	17.00–40.00	15.86	0.02
	dwarf	26.46 ± 0.10	17.10–31.00	16.05	-0.02
Plant height (cm)	tall	164.40 ± 1.64	142.00–205.00	9.38	0.20
	medium	128.07 ± 0.32	112.00–140.00	6.71	0.12
	dwarf	96.73 ± 0.84	80.00–99.90	4.69	0.00
Dry fodder wt./plant (cm)	tall	148.00 ± 2.75	65.00–260.00	25.47	0.73**
	medium	113.60 ± 0.58	63.00–200.00	27.89	0.70**
	dwarf	81.25 ± 2.81	50.00–130.00	25.50	0.65**
Grain yield/ plant (g)	tall	36.39 ± 1.67	20.00–75.00	31.11	1.00
	medium	35.50 ± 0.01	15.00–70.00	38.51	1.00
	dwarf	27.36 ± 1.41	16.00–50.00	31.28	1.00
1000-grain wt. (g)	tall	7.49 ± 0.22	3.70–12.60	25.72	0.48**
	medium	6.82 ± 0.05	3.70–10.50	24.14	0.37*
	dwarf	6.52 ± 0.14	5.10–9.60	19.34	0.30

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

SUNDRAM (1997). Therefore, these traits can be considered as useful criteria for improving yield.

The positive association of grain yield with plant height and number of tillers per plant may be due to a higher amount of photosynthates, expressed in an increased seed number. Similarly plant height was found

to be closely associated with dry fodder yield per plant in the tall and dwarf groups, whereas in the medium group the association was not significant. These findings indicate that an increase in plant height will lead to increase in dry fodder weight. Similar results were obtained by NAVALE *et al.* (1995)

The study revealed the presence of large genetic variability for almost all traits in the tall and medium group of genotypes, but not in the dwarf group. High PCV were observed for the number of productive tillers, dry fodder weight and grain yield per plant in all three groups.

- Within the dwarf group of genotypes with a height below 100 cm, no significant ANOVA mean squares were observed for any trait, except ear size, indicating a very low potential for improvement within this group.
- Correlation studies revealed positive associations of grain yield with the number of productive tillers, ear girth, plant height, dry fodder yield and 1000-grain weight in across all 150 genotypes.
- In the tall and medium groups of genotypes, grain yield was positively associated with the number of productive tillers, dry fodder yield and 1000-grain weight, whereas in the dwarf group grain yield was associated only with days to 50% flowering and dry fodder weight.
- The positive association of grain yield with dry fodder yield is very promising for the development of dual purpose breeding material from the evaluated germplasm accessions and is of potential practical value for pearl millet breeding.

References

BURTON G.S., DE VANE E.J. (1953): Estimating heritability in tall fescue (*Festuca*) from replicated clonal material. *Agron. J.*, **45**: 478–481.
FEDERER W.T. (1977): Experimental design; theory and application. McMillan, New York.
FISCHER R.A., YATES F. (1967): Statistical tables for biological, Agricultural and Medical Research. Oliver and Boyd, Edinburg.

HARER P.N., KARAD S.R. (1998): Correlation and path coefficient analysis in pearl millet (*Pennisetum glaucum* [L.] R. Br.). *J. Maharashtra Agric. Univ.*, **23**: 132–135.
HEPZIBA S.J., SARASWATI R., MANI M.T., RAJASEKARAN R., PALANISAMY S. (1993): Genetic variability, association among metric traits and path coefficient analysis in pearl millet. *Ann. Agric. Res.*, **14**: 282–285.
JADHAV A.S., VALANDKAR A.B., MUNIARE T.S., BACHCHHAV S.M. (1994): Correlation and path coefficient analysis in pearl millet. *J. Maharashtra Agric. Univ.*, **19**: 352–354.
LATHA R., SHANMUGSUNDRAM P. (1997): Interrelationship between yield and its components character in pearl millet. *Madras Agric. J.*, **83**: 741–743.
MANGAV.K., SAXENA M.B.L. (1985): Interrelationships and path coefficients of yield and its components with synchrony of ear emergence in pearl millet. *Crop Improv.*, **12**: 130–132.
MANGAT B.K., SATIJA D.R. (1991): Influence of seed size on interrelationships of yield and some morphological traits in pearl millet. *Crop Improv.*, **18**: 27–31.
MUKHERJI P., AGRAWAL R.K., SINGH R.M. (1982): Variability, correlation and path coefficients in inbreds of pearl millet (*Pennisetum typhoides*). *Madras Agric. J.*, **69**: 45–50.
NAVALE P.A., NIMABALKAR C.A., KULKARNI V.M., WATTAMVAR M.T., HARINARAYAN G. (1995): Correlation and path analysis in pearl millet. *J. Maharashtra Agric. Univ.*, **20**: 43–46.
SANGHA A.S., SINGH B.V. (1973): Genetic variability and correlation studies of morphological characters in *Pennisetum typhoides* Stapf. & Hubb. *Madras Agric. J.*, **60**: 9–12, 1258–1265.
VIRK D.S. (1988): Biometrical analysis of pearl millet – a review. *Crop Improv.*, **15**: 1–29.

Received on April 5, 2001

Abstrakt

SABHARWAP S.L. (2001): **Korelační studie** *Pennisetum glaucum* L. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, **37**: 124–128.

V kolekci 150 genotypů *Pennisetum glaucum* [L.] R. Br. a v podskupinách vysokých, středních a nízkých genotypů byla studována variabilita znaků a fenotypická korelace. Fenotypový variační koeficient pro celou kolekci byl vysoký pro počet produktivních odnoží, výnos suché píce na rostlinu a výnos zrna na rostlinu. Ve skupině nízkých genotypů byla variabilita malá, což poukazuje na menší možnosti šlechtitelského pokroku v této skupině. Pozitivní korelace mezi výnosem zrna a suché píce je velmi nadějná pro vyšlechtění genotypů s dvojitým využitím ze studovaného výchozího materiálu.

Klíčová slova: *Pennisetum glaucum* [L.] R. Br.; korelační koeficient; genové zdroje, výnos zrna

Corresponding author:

Dr. PARTAP SINGH SABHARWAL, Sr. Scale 25, Ramdhan Singh House, CCS HAU Hisar-125 004, Haryana, India
tel.: + 1 91 16 62 311 71 extn. 4404, fax: + 1 91 16 62 349 52, e-mail: coag@hau.nic.in

New Varieties

Nové odrůdy

Pea variety Kamelot

Registered: Czech Republic, 2001

Breeder's rights: SELGEN, a.s., Prague, Czech Republic

Breeder and maintainer: SELGEN, a.s., Lužany Breeding Station, Czech Republic

Pedigree: (Sum × LU-0040) × Emerald

Breeding methods – pedigree: The crossing was carried out in 1984. Since F_2 generation individual plant selections started. Selected plant progenies were sown on plots 2.5–3 m² at greater spacing (cca 40 seeds per m²). From F_4 generation preliminary yield tests were sown at two replications on 10 m² plots. Distinct lines and lines with lower productivity were eliminated in the course of homogenization, usually taking 3–4 years. The number of localities with performance tests gradually increased to three up to five, each trial with three replications. Selection for the complex of foot and root rots, most important in pea, was carried out from F_1 generation by sowing into infested soil. Greenhouse provocation tests for the foot and root rots were repeated from F_6 generation. Tests of resistance to particular races of *Fusarium oxysporum* f.s. *pisi* were performed for advanced lines in firm tests. Tests for content of proteins, starch and antinutritive components (Tripsin Inhibitor Activity – TIA) were carried out for lines harvested from yield tests in all breeding generations. In Official Trials of Czech Republic the breeding line SG-L23 was tested in years 1998–2000 and it was registered in 2001 as the variety Kamelot.

Disease resistance: The variety is resistant to wilt (*Fusarium oxysporum* f.s. *pisi*), race 1 and to *Thielaviopsis brassicola*. It has also good level of field resistance to the complex of foot and root rots, common scab and peronospora. It shows also middle field resistance to bacterioses, mildew (*Erysiphe pisi*) and virus diseases.

Quality: A set of its technological properties is good, particularly good seed colour and cooking uniformity. Cooking time is medium long, protein content in seed is at higher level.

Yield of seed and yield of protein is one of highest in Official Trials.

Other characteristics: Is it a semileaf type with very good lodging resistance. Seed is yellow, middle in size, with TKW around 260 g. Tripsin Inhibitor Activity (TIA) activity is low. Variety is semi-late in the time of ripening.

Hrách setý Kamelot

Registrován: Česká republika 2001

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

Šlechtitel a udržovatel: SELGEN, a.s., Šlechtitelská stanice Lužany, Česká republika

Původ: (Sum × LU-0040) × Emerald

Metoda šlechtění: rodokmenová. Křížení bylo uskutečněno v roce 1984. Individuální výběry rostlin byly opakovány každoročně od generace F_2 . Potomstva vybraných rostlin – kmeny – byly vysety na ploše 2,5–3 m² v řidším sponu (cca 40 semen/m²). Od generace F_4 u potomstev relativně vyrovnaných byly výnosové zkoušky na 2 × 10 m², v dalších letech pak na 3 × 10 m². Při homogenizaci materiálu (3–4 roky) jsme vyřazovali odlišné a méně výkonné linie. Podle potřeby jsme prováděli reselekcce ze zkoušek výkonu. Zkoušení jsme rozšiřovali postupně na 3 a následně na 5 lokalit.

Selekce na komplex kořenových a krčkových chorob, která je u hrachu nejdůležitější, probíhala od generace F_1 , a to setím do zamořené půdy. Od generace F_6 jsme prováděli opakované provokační testy na komplex kořenových a krčkových chorob ve skleníku. Materiál obesílaný do mezistaničních zkoušek (5 lokalit) jsme testovali na jednotlivé rasy *Fusarium oxysporum* f.s. *pisi*. U všech vybraných sklizených výnosových zkoušek jsme prováděli rozborů na obsah N-látek, škrobu a antinutričních látek (TIA).

Do 1. roku registračních pokusů ÚKZÚZ byl materiál přihlášen v roce 1998 pod označením SG-L-23. S přihlášením do registračních pokusů bylo současně zahájeno udržovací šlechtění. Odrůda byla registrována na jaře 2001 pod názvem Kamelot.

Odolnost k chorobám: Má rezistenci k *F. oxysporum* f.s. *pisi* rasa 1 a k *Thielaviopsis basicola*. Dále má velmi dobrou polní odolnost ke komplexu kořenových a krčkových chorob, obecné strupovitosti a plísni hrachové (perenospoře). Dobrou polní odolnost má k bakteriózám, padlí a virózám.

Jakost: Má celkově dobré technologické vlastnosti – dobrou barevnou vyrovnanost semen a dobrou stejnoměrnost vaření. Doba vaření je středně dlouhá. Obsah N-látek v semeni je vyšší.

Výnos semen: Je vysoký ve všech oblastech, patří mezi nejvýnosnější odrůdy. Výnos N-látek z jednoho hektaru je rovněž vysoký.

Ostatní vlastnosti: Odrůda patří mezi bezlisté (semileaf) typy. Mezi těmito odrůdami je nadprůměrná z hlediska poléhání. Semeno je žluté, středně velké, s HTS kolem 260 g. Aktivita TIA je nízká. Zrání je polopozdní, zraje 2 dny po odrůdě Komet. Délka rostlin je jen o málo menší než u odrůdy Komet. Odrůda Kamelot má univerzální využití.

Ing. JOSEF KREUZMAN, SELGEN a.s.

Šlechtitelská stanice Lužany u Přeštic, 334 54 Přeštice, Česká republika

tel.: + 420 19 798 24 28, fax: + 420 19 798 24 25

Bibliographical Notice

Šlechtitel Ing. Josef Sixta devadesátiletý

V listopadu letošního roku se v plné tělesné a duševní svěžesti dožil 90 let Ing. Josef Sixta, náš nejúspěšnější šlechtitel brambor. Odrůdy, které vyšlechtil, dosáhly širokého uplatnění u nás a některé z nich pronikly i do zahraničí.

Ing. Josef Sixta se narodil 30. listopadu 1911 v Sánech u Poděbrad. Po ukončení středoškolského studia (reálného gymnázia v Kolině a vyšší hospodářské školy v Poděbradech) a absolvování Vysoké školy zemědělské v Praze nastoupil v Praze koncem roku 1936 jako zemědělský inženýr do šlechtitelské stanice v Keřkově (stanice Sativy, hospodářského a výrobního družstva v tehdejší Německém, dnes Havlíčkově Brodě). Zde se pod vedením tehdejšího keřkovského šlechtitele Václava Cimrmana zapracoval do šlechtění brambor. Ve šlechtění brambor pracoval Ing. Sixta jako aktivní šlechtitel (postupně jako vedoucí šlechtitel a vedoucí šlechtění) do konce roku 1976. Od roku 1977 byl vedoucím oddělení šlechtění v sektoru genetiky a šlechtění nově konstituovaného Výzkumného a šlechtitelského ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě, do něhož byly v témže roce začleněny všechny české bramborářské šlechtitelské stanice.

Hlavním přínosem práce Ing. Sixty pro naše bramborářství je vyšlechtění nových odrůd brambor. Na tomto úseku se během své čtyřicetileté šlechtitelské činnosti na stanici v Keřkově svým autorstvím (jako autor či spoluautor) podílel na vyšlechtění 36 odrůd brambor.

Z nich jedna (Keřkovský Kitting, povolený v roce 1946) byla vyšlechtěna výběrovým šlechtěním a 35 pohlavní hybridizací (křížením). Odrůdy vzniklé křížením byly vyšlechtěny v letech 1937–1982. Jedná se o odrůdy Favorit (povolena v roce 1937), Admirál (1937), Kardinál (1938), Flora (1939), Triumf (1939), Reneta (1939), Krasava (1940), Keřkovské rohlíčky (1940), Norma (1940), Granát (1940), Marta (1944), Bojar (1945), Karmen (1945), Dolar (1947), Karát (1947), Radan (1948), Borka (1950), Mirka (1952), Rapid (1954), Ambra (1954), Jara (1956), Rajka (1958), Hera (1962), Rita (1962), Jiskra (1963), Daria (1967), Radka (1969), Renata (1969), Nora (1971), Rea (1971), Tera (1972), Astra (1973), Cira (1974), Karin (1980) a Kera (1982). Mezi nimi byly odrůdy všech užitkových směrů: konzumní, konzumní až hospodářské, hospodářské a průmyslové vysoce škrobnaté i odrůdy všech délek vegetační doby (velmi rané až pozdní). Z hlediska užitkového zaměření však mezi nimi převládaly odrůdy konzumní. Ty se vesměs vyznačovaly velmi dobrou stolní hodnotou.

Vysokou stolní kvalitu vykazovaly např. odrůdy Triumf, Karmen, Jiskra, Rajka, Daria, Ambra, Karin a v neposlední řadě speciální salátová odrůda Keřkovské rohlíčky.

Charakteristickým znakem průmyslových odrůd (Granát, Bojar, Karát a Rapid) byla vesměs červená slupka, která je odlišuje od odrůd konzumních. Když po roce 1962 došlo ke specializaci šlechtitelských stanic podle šlechtitelského zaměření, bylo v Keřkově od šlechtění průmyslových odrůd upuštěno.

Co se týče délky vegetační doby, nejkratší vegetační dobu z uvedených odrůd vykazovala odrůda Jara. K dalším velmi raným odrůdám náležely vysoce kvalitní odrůdy Ambra, Hera, Tera a Kera.

Vyšlechtěním těchto raných a proti rakovině brambor rezistentních odrůd prokázal Ing. Sixta, že není nemožné, jak se dosud tradovalo, vyšlechtit rané odrůdy rezistentní proti rakovině. Ostatně všechny odrůdy, jejichž autorem či spoluautorem je Ing. Sixta, byly proti rakovině rezistentní, s výjimkou odrůdy Rajka, která byla povolena, i když byla náchylná k rakovině, neboť pro svoji vysokou odolnost proti virovým chorobám byla vhodná pro degenerační oblasti. Pokud se týká rezistence proti rakovině, podařilo se Ing. Sixtovi vyšlechtit dokonce odrůdu Rea, vzdornou nejen proti běžnému D1-patotypu, ale i proti agresivnímu G1-patotypu a dalším 9 patotypům (P1, K1, R1, E1, M1, R2, P2, N1 a M2). Za účelem obohacení svého šlechtitelského materiálu o geny planých brambor začal do křížení zařazovat i mezidruhové hybridy. Z tohoto křížení pochází jím vyšlechtěná odrůda Rapid.

Z uvedených odrůd byly nejpřínosnějšími Krasava (poloraná velmi plastická odrůda poskytující stabilní výnosy) a Radka (polopozdní výnosná konzumní odrůda s dobrou rezistencí proti virovým chorobám). Obě tyto odrůdy dosáhly v období svého maximálního rozšíření až okolo 50 % plochy brambor v ČSR. Přínosnou byla i polopozdní odrůda Nora, vhodná k výrobě potravinářských výrobků.

Některé z uvedených odrůd pronikly i do zahraničí. Odrůda Krasava byla v roce 1948 zapsána do Listiny odrůd povolených ve Francii a odrůda Mirka v roce 1960 v Nizozemsku, odkud byla vyvážena do středomořských oblastí. Odrůda Karin byla registrována ve všech zemích bývalé Jugoslávie a na Ukrajině.

Ing. Sixta je také spoluautorem odrůdy Inu Keřkovský Diplomat, vyšlechtěné v Keřkově v roce 1939 výběrovým šlechtěním (z Mederského Inu). Uvedeného šlechtitelského úspěchu dosáhl Ing. Sixta v důsledku houževnatosti a cílevědomé práce, postřehu a talentu pro výběr nadějných šlechtitelského materiálu a překonáváním dosavadního empirického způsobu šlechtění šlechtěním založeným na tehdejších poznatcích domácího i zahraničního výzkumu.

Za tímto účelem navazoval intenzivní styky s pracovníky výzkumných ústavů, vysokých škol i akademie věd. Zvláště intenzivní kontakty udržoval s Výzkumným ústavem bramborářským – s pracovníky jeho geneticko-šlechtitelského a fytopatologického oddělení, a nové poznatky od nich získané pak aplikoval ve své práci – zaváděl nové efektivní šlechtitelské postupy v novošlechtění i udržovacím šlechtění aj.

Prosazoval náležitě vybavení laboratoří, výstavbu skleníků aj., v čemž mu byl vydatně nápomocen tehdejší ředitel stanice Ing. Dr. E. Jermoljev a především tehdejší ředitel Sativy Ing. J. Kostkan. Tak se v Keřkově podařilo vybudovat moderní šlechtitelské pracoviště, umožňující hlubší studium (chemické, technologické a fytopatologické hodnocení) šlechtitelského materiálu, které budilo obdiv i v zahraničí.

Nezanedbatelný podíl na Sixtově úspěšné šlechtitelské práci měla i schopnost výběru a výchova spolupracovníků zanícených pro šlechtění, z nichž někteří ve šlechtitelské práci pokračovali přímo v Keřkově (Ing. Josef Konrád, CSc.) nebo na pracovišti stanice ve Stříbrných Horách (Ing. Stanislav Malik) či v České Bělé (Ing. Bohumil Jůda aj.), příp. i v jiných šlechtitelských stanicích (Ing. Emil Bartes).

V roce 1962 se ze šlechtitelské stanice v Keřkově stala Hlavní šlechtitelská stanice pro brambory a Ing. Sixta byl jmenován předsedou šlechtitelské rady. Tuto funkci vykonával až do roku 1976. Z titulu uvedené funkce koordinoval spolu s příslušným referentem Osevy pro brambory plány novošlechtění a udržovacího šlechtění, organizačně zajišťoval mezistaniční zkoušky, zpracování a vyhodnocení výsledků těchto zkoušek, chemické a fytopatologické zkoušky kříženců, přípravu diagnostických sér a od roku 1965 též polní a laboratorní zkoušky kříženců na rezistenci proti rakovině na karanténním pracovišti ve Šluknově-Kunraticích.

Ing. Sixta byl aktivním členem vědecké rady VŠÚB v Havlíčkově Brodě a členem odboru rostlinné výroby ČAZ. Publikoval řadu odborných a odborně populárních prací a přednesl i řadu referátů na různých zasedáních a konferencích. Přínos šlechtitelské práce Ing. Sixty byl a je vysoce hodnocen u nás i v zahraničí. U nás byl např. oceněn udělením čestné stříbrné (1978) a zlaté (1981) plakety ČAZ a čestným uznáním Za celoživotní práci na úseku šlechtění brambor (v roce 1988), uděleným Osevou v Praze, a řadou dalších uznání a vyznamenání a dokonce ve své době i vysokými státními vyznamenáními. V zahraničí byla jeho úspěšná a záslužná práce oceněna a uznána mj. tím, že jeho jméno bylo v roce 1965 zapsáno do Světového seznamu šlechtitelů rostlin při FAO. Pro úplnost je třeba poznamenat, že u nás byl Ing. Sixta po roce 1968 (až do roku 1984) politicky perzekvován (mimo jiné pro svůj styk se signatáři Charty 77).

Tímto krátkým zamyšlením nad úspěšnou šlechtitelskou činností jubilanta a „pohledem“ na jím vyšlechtěné odrůdy brambor mu za sebe a jeho přátele blahopřeji k významnému životnímu jubileu a do dalších let popřát mnoho zdraví a životní pohody.

Ing. Josef Zadina, CSc.

80 let Ing. Vladimíra Světlíka, CSc.



Sdělení, že koncem září 2001 oslavil významné životní jubileum v plné svě-
žesti významný šlechtitel pícnin Ing. Vladimír Světlík, CSc., je příliš strohě
a nemůže vystihnout celou jeho odbornou a lidskou životní dráhu.

Jubilant, který pochází z opavských Otic, začal svoji odbornou kariéru na
doporučení akademika J. Šimona, ředitele Výzkumných ústavů zemědělských
v Brně-Pisárkách, ve Výzkumné stanici travinářské v Rožnově pod Radhoštěm
v roce 1948. Přichází sem po prodělaných válečných útrapách jako pacient
a odborný pracovník zároveň. Nedlouho poté, kdy je šlechtění trav přeneseno
na Novojičínsko (Nový Jičín-Bocheta, Bartošovice a posléze Hladké Životice),
začíná zde s energií sobě vlastní rozvíjet travinářství.

S jeho příchodem do Hladkých Životic v roce 1956 začala nová éra ve šlech-
tění československých odrůd trav a jetelů. V osobě blízkého spolupracovníka
Ing. A. Fojtíka, CSc., který přišel na stanici v roce 1960, nachází nejen vynika-
jícího odborníka, ale také kolegu a přítele. Tento ojedinělý, doplňující se
a neobyčejně dynamický „životický tandem“ uvádí do života řadu nových od-
růd pícnin, u nichž jsou poprvé využity polyploidizace, mutace a mezirodová hybridizace.

Velký úspěch v pícninářské i semenářské praxi zaznamenaly první tetraploidní odrůdy jetele lučního, na jejichž vzniku se jubílant
významnou měrou podílel – Kvarta (1974) a Radegast (1978), jílku mnohokvětého jednoletého (Jitral 1974), jílku
mnohokvětého italského (Lolita) a jílku vytrvalého (Tarpan 1978).

Průlom ve šlechtění lipnice luční znamenal využití sexuálního typu získaných pomocí mutačního šlechtění; tuto
průkopnickou metodu využil Ing. Světlík se svými spolupracovníky k vyšlechtění první odrůdy tohoto typu – Sle-
zanky (1978) – s vynikajícími vlastnostmi, především pícní a semenářskou výnosností a vysokou rezistencí vůči
řadě biotických i abiotických vlivů. Následovaly pak další odrůdy tohoto druhu – Krasa (1987), Moravanka (1991)
a Bohemia (1996).

O významu a využití vzdáleného křížení se ve šlechtění trav dlouho diskutovalo a pochybovalo, zejména
v zahraničí. Zájem o využití mezirodových hybridů v pícninářské praxi však předčil očekávání. V týmu Ing. Svět-
líka vznikaly postupně odrůdy Odra (1970), Felina (1988), Bečva (1989), Perun (1991), Hykor (1991) a další,
ceněné zejména pro své univerzální využití, výkonnost a plasticitu.

Ing. Světlík se nesoustředil pouze na vlastní šlechtění. Podílel se na rozvoji pěstování travních semen novými
metodami při zmenšování podílu ruční práce, což bylo jeho předchůdci dlouho pokládáno za takřka nemožné. Jeho
zásluhou navázala Šlechtitelská stanice v Hladkých Životicích četné mezinárodní kontakty se zahraničními pracovi-
šti, zejména v bývalé NDR a Polsku. Nejen zahraniční, ale i domácí odborná pracoviště a vysoké školy mohou
potvrdit, že jejich spolupráce se stanicí byla více než plodná.

Když naslouchám zajímavému a sugestivnímu vyprávění Ing. Světlíka v útulném prostředí jeho životického
bytu, jen kousek od pracoviště, kde strávil většinu svého života, cítím jeho obrovský zájem o současné dění na tomto
pracovišti. Je zřejmé, že je s ním stále spojen pevným neviditelným poutem a nese s ním všechny jeho radosti
i starosti. Je to obdivuhodný příklad i výzva pro generaci, která přišla po něm a která má možnost pracovat a tvořit
v podmínkách zdaleka ne tak komplikovaných, jakých pracoval on.

Za všechny travináře Ing. Bohumír Cagaš, CSc.

80 let významného šlechtitele doc. Ing. Josefa Boumy, CSc.



Doc. Ing. Josef Bouma, který se výrazně zapsal do historie šlechtění nejen českého, ale i světového, oslavil dne 21. října 2001 osmdesáté narozeniny.

Narodil se v Kozlově u Ledče nad Sázavou. Maturoval v roce 1942 na Vyšší hospodářské škole v Čáslavi a ve válečných letech absolvoval Vyšší zemědělskou školu družstevní v Praze. Po jejím absolvování nastoupil u firmy Selecta – společnosti pro pěstování osiv a sadby na čistící stanici ve Stránčicích. Již po roce se dostává ke šlechtitelské práci ve Šlechtitelské stanici Větrov u Tábora, kde pracoval od roku 1944 jako asistent ve šlechtění žita a brambor. Současně studoval na Vysoké škole zemědělského a lesního inženýrství v Praze, kterou absolvoval v roce 1947. Po znárodnění Selecty byl přefazeno do Šlechtitelské stanice Valtice na úsek šlechtění obilovin, kde se věnuje zejména šlechtění ječmene jarního. Šlechtitelská náplň stanic se dále reorganizovala a Ing. Bouma již zaujal šlechtění obilovin natolik, že odchází koncem roku 1950 za touto specializací do

Šlechtitelské stanice Branišovice i s rozpracovaným šlechtitelským materiálem. Tam je záhy, již od roku 1951, pověřen funkcí vedoucího šlechtitele. V letech 1951–1964, kdy byl také vedoucím této stanice, se zasazuje o zintenzivnění šlechtění obilovin. V té době se dokončuje také výstavba Šlechtitelské stanice Branišovice. Nárůst významu stanice je dokumentován tím, že se stává od roce 1961 hlavní specializovanou stanicí pro šlechtění obilovin, v níž se soustřeďuje i vybavení pro specializované rozборы jakosti pšenice a ječmene. Ing. Bouma byl pověřen funkcí předsedy celostátní Šlechtitelské rady obilovin. První odrůdou, kterou Ing. Bouma registroval, bylo nové povolání odrůdy ječmene jarního Valtický. Tato odrůda byla registrována již v roce 1930 (autoři Frimmel a Beránek), ale během války byl materiál jejího udržovacího šlechtění zničen. V roce 1946 se ve Valticích zahájily výběry z běžného osiva. Ing. Bouma vybral dvě linie, které záměrně míchal. Odrůda byla znovu registrována v roce 1950 a na listině povolených odrůd se udržela až do roku 1976. Odrůda Valtický získala dominantní postavení na trhu a v roce 1960 se pěstovala na 45 % ploch osetých ječmenem jarním. Byla též intenzivně šlechtitelsky využívána jako donor. Nejvýznamnějším výsledkem Ing. Boumy byl výběr krátkostébelné mutace z této odrůdy. Suché obilky ječmene jarního Valtický byly ozářeny dávkou 10 000 R a vybraný mutant – odrůda Diamant – zahájila novou etapu růstu výnosů a jejich stability. Odrůda Diamant byla registrována v letech 1965 až 1976. Byla intenzivně využívána ve šlechtitelských programech jako donor vysokého výnosového potenciálu, krátkostébelnosti a vynikající sladovnické kvality zrna. Tak zvaná „Diamantová řada“ odrůd ječmene, u nichž byla odrůda Diamant jedním z rodičů, zahrnuje 42 odrůd registrovaných v České a Slovenské republice a více než 100 odrůd na celém světě.

V období svého působení v Branišovicích se Ing. Bouma autorsky podílel na šlechtění odrůd ječmene jarního Branišovicický C a Topas a pšenice ozimé Iva. Dalším mezníkem je přechod Ing. Boumy do šlechtitelské stanice Hrubčice, kde působil v letech 1970–1992 jako šlechtitel pšenice ozimé a ječmene jarního. V tomto období byl spoluautorem 9 odrůd ječmene jarního, které byly pěstovány na většině ploch této plodiny v ČSR a později v ČR (Korál, Opál, Karát, Krystal, Rubín, Bonus, Kredit, Jaspis, Perun). Významné byly i odrůdy pšenice ozimé z hrubčického období. Byl hlavním autorem odrůd Hana a Vega a spoluautorem odrůdy Ina. Z těchto odrůd měla rozhodující podíl na trhu odrůda Hana, která je stále pěstována. Od svého povolání v roce 1985 až dodnes je jednou z nejpěstovanějších odrůd sortimentu pšenice ozimé a uplatnila se i jako rodič v dalších odrůdách (např. Samanta, Brea, Alka, Alana, Ina, Vlasta, Saskia, Sulamit, Svitava). Předávala své vynikající vlastnosti – nepolehávost, vynikající pekařskou jakost a výnosovou kapacitu. Ještě v letech 1996–2001 byla odrůda Hana a její dcery pěstovány na 40 až 50 % ploch pšenice ozimé v ČR.

Kromě šlechtění se Ing. Bouma věnoval i pedagogické činnosti na Vysoké škole zemědělské v Brně, kde byl jmenován docentem speciální rostlinné produkce. Publikoval přes 50 vědeckých a odborných článků v domácích i zahraničních časopisech, zaměřených většinou na problematiku šlechtění. Nezahálí ani dnes a stále aktivně propaguje nové odrůdy, odrůdovou agrotechniku a nové poznatky pěstebních technologií ve společnosti Holubovo hnutí, která sdružuje pěstitele obilnin.

Ing. Josef Bouma pracoval jako šlechtitel 48 let. Výsledkem jeho práce bylo autorství nebo spoluautorství u 13 odrůd ječmene jarního a 6 odrůd pšenice ozimé. Odrůda Diamant vyšlechtěná v roce 1965 byla zlomem v historii světového ječmenářství a sladovnictví. Byla rodičem více než stovky nových krátkostébelných odrůd ječmene jarního ve světě. Jen v Evropě zaujímají tyto její děti 57 % z celkové plochy ječmene jarního. Významným mezníkem u ozimých pšenic byla i odrůda Hana. Jen velmi málo šlechtitelů se může těšit z tolika vynikajících odrůd jako výsledku ve formě odrůd.

Přejeme doc. Ing. Josefu Boumovi, CSc., aby ještě dlouho mohl předávat své bohaté zkušenosti, elán i optimismus mladším šlechtitelům a pěstitelům.

Ing. Alena Hanišová

INDEX OF VOLUME 37

REJSTŘÍK ROČNÍKU 37

BRINGEZU T., VAHL U., MÜLLER G. Segregation analysis of wheat-rye chromosomes with different marker systems Analýza štěpení pšenično-žitných chromozomů s odlišnými systémy markerů	1
DEBRE F., SCHWARZBACH E. Estimation of genetic parameters of a potato collection from incomplete historical data Odhad genetických parametrů kolekce brambor z neúplných historických dat	53
DREISEITL A. Powdery mildew resistance in Czech and Slovak barley breeding lines Odolnost českých a slovenských šlechtitelských linií ječmene k padlí travnímu	105
HAVEL J., KOLOVRAT O., KAMENÍKOVÁ L., BECHYNĚ M. The Search for genetic resources of opium poppy (<i>Papaver somniferum</i>) with high thebaine content and the development of a screening method Vyhledávání genetických zdrojů máku setého s vysokým obsahem tebainu a vývoj screeningové metody	88
HERMUTH J., DOTLAČIL L., MICHALOVÁ A., ČEJKA L. Productivity and diversity of agronomic characters in selected cultivars of eleven alternative crops Produktivita a diverzita agronomických znaků u vybraných odrůd jedenácti druhů alternativních plodin	93
HÝBL M., URBAN J., VÁCLAVÍKOVÁ J., GRIGA M. Powdery mildew resistance in Czech and Slovak Barley breeding lines Stanovení obsahu škrobu, amylosy/amylopektinu a hrubého proteinu v kolekci genetických zdrojů hrachu ..	114
KOŠNER J., PÁNKOVÁ K. Substitution lines of wheat with dominant genes <i>Vrn</i> Substituční linie pšenice s dominantními geny <i>Vrn</i>	41
LEIŠOVÁ L., OVESNÁ J. The use of microsatellite analysis for the identification of wheat varieties Použití mikrosatelitní analýzy pro identifikaci odrůd pšenice	29
MÜLLER G., VAHL U., BRINGEZU T. Stability of 1AL.1RS, 1BL.1RS wheat-rye double translocation lines Stabilita linií s dvěma pšenično-žitnými translokacemi 1AL.1RS a 1BL.1RS	6
OVESNÁ J., ŠÍP V., KUČERA L., CHRPOVÁ J., NOVÁKOVÁ I., JAHOR A., VACKE J. Genetic diversity of BYDV resistant barley cultivars determined by molecular markers Genetická diverzita odrůd ječmene rezistentních k BYDV stanovená molekulárními markery	17
POLÁKOVÁ K., OVESNÁ J., LEIŠOVÁ L. Identification of barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) cultivars using microsatellite analyses Identifikace odrůd ječmene (<i>Hordeum vulgare</i> L.) na základě analýzy mikrosatelitů	23
POLZEROVÁ H., PTÁČEK J. Use of simple sequence repeats analysis to reveal DNA polymorphism in potato Využití analýzy mikrosatelitů k detekci polymorfismu DNA u brambor	61
SABHARWAL P. S. Correlation studies in pearl millet Korelační studie <i>Pennisetum glaucum</i> L.	123
SCHEURER K.S., HUTH W., WAUGH R., FRIEDT W., ORDON F. First results on QTL-analysis for Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV) tolerance in barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) První výsledky QTL-analýzy tolerance ječmene (<i>Hordeum vulgare</i> L.) k viru žluté zakrslosti ječmene (BYDV)	13

SCHWARZBACH E.

Heat induced susceptibility of <i>mlo</i> -barley to powdery mildew (<i>Blumeria graminis</i> D.C. f.sp. <i>hordei</i> Marchal) Teplem indukovaná náchylnost ječmene s genem <i>mlo</i> k padlí travnímu (<i>Blumeria graminis</i> D.C. f.sp. <i>hordei</i> Marchal).....	82
--	----

ŠÍP V., STUHLÍKOVÁ E., CHRPOVÁ J.

The response of selected winter wheat cultivars to artificial infection with <i>Septoria tritici</i> under field conditions Reakce vybraných odrůd pšenice ozimé na umělou infekci houbou <i>Septoria tritici</i> v polních podmínkách	73
---	----

VACKE J., CIBULKA R.

Reactions of registered winter barley varieties to <i>Wheat dwarf virus</i> infection Reakce registrovaných odrůd ječmene ozimého na infekci virem zakrslosti pšenice	50
--	----

ZEID M., SCHÖN C.C., LINK W.

Genetic diversity in a group of recent elite faba bean lines Genetická diverzita ve skupině současných elitních linií bobu	34
---	----

NEW VARIETIES – NOVÉ ODRŮDY

HANIŠOVÁ A., HORČIČKA P.

Winter wheat Sulamit Pšenice ozimá Sulamit	69
---	----

KREUZMAN J.:

Pea variety Kamelot Hrách setý Kamelot.....	129
--	-----

PAVELEK M.

Flax <i>Linum usitatissimum</i> L. Venica Len setý, přadný Venica	103
--	-----

VORAL V.

Potato Kornelie Brambor Kornelie	71
---	----

CONFERENCES AND SEMINARS – KONFERENCE A SEMINÁŘE

ČAPEK J.

The 9 th Plant Breeders Seminar at the Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno IX. seminář šlechtitelů na Mendelově zemědělské a lesnické univerzitě v Brně	68
---	----

BIBLIOGRAPHICAL NOTICE – ŽIVOTNÍ VÝROČÍ

CAGAŠ B.

80 let Ing. Vladimíra Světlíka, CSc.	133
---	-----

HANIŠOVÁ A.

80 let významného šlechtitele doc. Ing. Josefa Boumy, CSc.	134
---	-----

ZADINA J.

Šlechtitel Ing. Josef Sixta devadesátiletý	131
--	-----

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The responsibility for the contents of a manuscript rests with the authors. The Editorial Board will decide on suitability for publication, after considering the scientific importance and overall technical quality of the manuscript and the comments of the referees.

The manuscript should be typed on standard A4 paper. A PC diskette with the complete text and including references, tables and figure legends of graphical documentation should be provided with each manuscript, indicating the used editor program.

Manuscript should consist of the following sections: Title page, Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References, Address of corresponding author, Tables, Legends to figures.

The Title page must contain an informative title, complete name(s) of the author(s), the name(s) and address(es) of the institution(s) where the work was done.

The **Abstract** should state in a short and concise form what was done and how, and should contain basic numerical and statistical data representative of the results. It should be submitted in English and, if possible, also in Czech.

Keywords follow the abstract; they are ranked from general to specific terms, and are written in lower case letters and separated by semicolons.

The **Introduction** (without a subtitle) should consist of a short review of literature relevant to and important for the study. The reason(s) for carrying out the work may be included.

In **Materials and Methods**, the description of experimental procedures should be sufficient to allow replication. Abbreviations can be used if necessary; first use of an abbreviation should be just after its complete name or description. The International System of Units (SI) and their abbreviations should be used.

Results should be presented clearly and concisely. In this section figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables.

The **Discussion** should interpret the results, without unnecessary repetition. Sometimes it is possible or advantageous to combine Results and Discussion in one section.

If **Acknowledgments** are needed, they come next.

References used in the text consist of author's name and year of publication. The list of references should include only publications quoted in the text. These should be in alphabetical order under the first author's name, citing all authors, year (in brackets), full title of the article, abbreviation of the periodical, volume number, first and last page numbers.

Contact address should include the postal address, telephone, fax and e-mail numbers of the corresponding author.

Tables and Figures shall be enclosed separately. Each of them must be referred to in the text. Figures should be restricted to material essential for documentation and understanding of the text. Duplicate presentation of data in both tables and figures is not acceptable. All illustrative material must be of publishable quality. Both line drawings and photographs are referred to as figures. Photographs should have high contrast. Each figure should be accompanied by a concise, descriptive legend.

Reprint: Ten (10) reprints of each published paper are supplied free of charge.

POKYNY PRO AUTORY

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu i kvalitě práce.

Rukopis musí být zaslán vytištěný na papíru formátu A4. K rukopisu je vhodné přiložit disketu s textem práce, popř. grafickou dokumentací pořízenou na PC (uvést použitý program).

Vědecká práce musí mít toto členění: titulní strana, abstrakt a klíčová slova, úvod, materiál a metody, výsledky, diskuse, literatura, kontaktní adresa, tabulky a obrázky včetně popisů.

Titulní strana musí obsahovat název práce, plné jméno autorů, název a adresu instituce, kde byla práce dělána.

Souhrn musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Je uveřejňován a měl by být autory dodán v angličtině a češtině.

Klíčová slova (keywords, index terms) se připojují po vyznačené řádce pod souhrn. Řadí se směrem od obecných výrazů ke speciálním; začínají malým písmenem a oddělují se středníkem.

Úvod (bez nadpisu) by měl obsahovat krátký přehled důležité literatury vztahující se k tématu a cíl práce.

Materiál a metody: Model pokusu musí být popsán podrobně a výstižně. Popis metod by měl umožnit, aby kdokoli z odborníků mohl práci opakovat. Zkratky jsou používány jen pokud je to nutné; první použití zkratky musí být uvedeno úplným popisem nebo vysvětlením. Používané měrové jednotky musí odpovídat soustavě měrových jednotek SI.

Výsledky: Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních hodnot tabulek, ale dát přednost grafům anebo tabulky shrnout v statistickém hodnocení naměřených hodnot. Tato část práce by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce. Je přípustné spojení s předchozí kapitolou (Výsledky a diskuse).

Poděkování se uvádí před přehled použité literatury.

Literatura: Měly by být citovány práce uveřejněné v lektorovaných periodikách. Odkazy na literaturu v textu se provádějí uvedením jména autora a roku vydání publikace. V části Literatura se uvádějí jen práce citované v textu. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora: příjmení, zkratka jména, rok vydání (v závorce), plný název práce, úřední zkratka časopisu, ročník, první–poslední stránka; u knih je uvedeno místo vydání a vydavatel.

Kontaktní adresa obsahuje vedle poštovní adresy také čísla telefonu, faxu a e-mail adresu autora pověřeného korespondencí.

Tabulky a obrázky: Tabulky, obrázky a fotografie se dodávají zvlášť a všechny musí být citovány v práci. Akceptovány budou pouze obrázky, které jsou nezbytné pro dokumentaci výsledků a umožňují pochopení textu. Není přípustné dokumentovat výsledky jak v tabulkách, tak pomocí grafů. Všechny ilustrativní materiály musí mít kvalitní vhodnou pro tisk. Fotografie i grafy jsou v textu uváděny jako obrázky a musí být průběžně číslovány. Každý obrázek musí mít stručný a výstižný popis.

Separáty: Autor obdrží 10 separátních výtisků publikované práce.

CONTENTS

DREISEITL A.: Powdery mildew resistance in Czech and Slovak barley breeding lines	105
HÝBL M., URBAN J., VÁCLAVÍKOVÁ J., GRIGA M.: Powdery mildew resistance in Czech and Slovak barley breeding lines	114
SABHARWAL P.S.: Correlation studies in pearl millet	124
NEW VARIETIES	
KREUZMAN J.: Pea variety Kamelot	129

OBSAH

DREISEITL A.: Odolnost českých a slovenských šlechtitelských linií ječmene k padlí travnímu	105
HÝBL M., URBAN J., VÁCLAVÍKOVÁ J., GRIGA M.: Stanovení obsahu škrobu, amylosy/amylopektinu a hrubého proteinu v kolekci genetických zdrojů hrachu	114
SABHARWAL P.S.: Korelační studie <i>Pennisetum glaucum</i> L.	124
NOVÉ ODRŮDY	
KREUZMAN J.: Hrách setý Kamelot	129