

Sladovnická kvalita starých odrůd ječmene

Malting quality of old barley varieties

VRATISLAV PSOTA, LENKA SACHAMBULA, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Sladařský ústav, Mostecká 7, CZ-614 00 Brno

Research Institute of Brewing and Malting, Plc., Malting Institute, Mostecká 7, CZ-614 00 Brno

e-mail: psota@brno.beerresearch.cz, sachambula@brno.beerresearch.cz

Psota, V. – Sachambula, L.: Sladovnická kvalita starých odrůd ječmene. Kvasny Prum. 56, 2010, č. 5, s. 240–246.

Průměrný obsah β -glukanů a arabinoxylanů v nesladovaném zrna sledovaných starých odrůd byl na úrovni 5,1 % resp. 5,8 %. Aktivita lipoxygenasy byla vysoká (187 U/g pr.) a aktivita superoxiddismutasy se v průměru pohybovala okolo 93 U/g. Odrůdy byly hodnoceny z pohledu současných požadavků na sladovnickou kvalitu. Extrakt byl nízký (80,5 %), jen odrůdy Perun, Mars a Rubín by splnily současné požadavky. Kromě dříve uvedených odrůd měly ostatní odrůdy Kolbachovo číslo na úrovni 42 % a méně. Amylytické rozluštění bylo v rozsahu 260–380 WK. Kvalita sladiny a cytolytického rozluštění byly nízké. Dosažitelný stupeň prokvašení se pohyboval v rozpětí 77,4–81,7 %. Obsah β -glukanů ve sladince byl vysoký (254–1089 mg/l). Barva sladiny byla v průměru okolo 2,7 j. EBC. Problém s čírostí sladiny měly pouze odrůdy Opavský Kneifl, Mars a Slovenský Dunajský trh. Požadavky na odrůdy doporučené pro výrobu Českého piva by splnila pouze odrůda Slovenský 802.

Psota, V. – Sachambula, L.: Malting quality of old barley varieties. Kvasny Prum. 56, 2010, No. 5, p. 240–246.

Average contents of β -glucans and arabinoxylans in non malted grain of the studied old varieties were on the level of 5.1 % and 5.8 %, respectively. Lipoxygenase activity was high (187 U/g pr.) and superoxide dismutase activity varied on average around 93 U/g. Varieties were assessed from the view of current malting quality requirements. Extract was low (80.5 %), only the varieties Perun, Mars, and Rubín would fulfill today's demands. Besides the varieties stated above, the other varieties had Kolbach index on the level of 42 % and less. Amylolytic modification was in the range of 260–380 WK. Quality of wort and cytolytic modification was low. Apparent final attenuation ranged from 77.4–81.7 %. β -glucan content in wort was high (254–1089 mg/l). Color of wort was on average around 2.7 EBC units. Problem with wort quality was recorded only in the varieties Opavský Kneifl, Mars, and Slovenský Dunajský trh. Slovenský 802 could be the only variety to fulfill the requirements for the varieties recommended for production of Czech Beer.

Psota, V. – Sachambula, L.: Malzqualität der alten Gerstensorten. Kvasny Prum. 56, 2010, Nr. 5, S. 240–246.

Der durchschnittliche Gehalt an β -Glukan und Arabinoxylan im ungemälzten Korn der verfolgten alten Gerstensorten wurde 5,1% bzw. 5,8%. Aktivität der Lipoxygenasa war hoch (187 U/g im Durchschnitt) und Aktivität der Superoxiddismutasa wurde im Durchschnitt rund um 93 U/g. Aus der Sicht auf die Qualität der Malzqualität wurden alle Gerstensorten gewertet. Extrakt wurde niedrig (80,5 %), nur die Gerstensorten Perun, Mars und Rubin die gegenwärtige Anforderungen erfüllen konnten. Außer den oben erwähnten Gerstensorten wiesen andere Gerstensorten Kolbachzahl 42% und weniger auf. Amylytische Auflösung lag im Bereich 260 – 380 WK. Die Würzequalität und zytoytische Auflösung waren niedrig. Erreichbare Vergärungsgrad lag im Bereich 77,4–81,7%. Der Gehalt an β -Glukan in der Würze war hoch (254–1089 mg/l). Im Durchschnitt war Farbe der Würze rund 2,7 E. EBC. Probleme mit der Klarheit der Würze hatten nur die Gerstensorten Opavský Kneifl, Mars und Slovenský Dunajský trh. Die für Herstellung des Bieres des Tschechischen Typs empfohlene Anforderungen konnte nur die Gerstensorte Slovenský 802 erfüllen.

Klíčová slova: sladovnická jakost, staré odrůdy, ječmen jarní

Keywords: malting quality, old varieties, spring barley

1 ÚVOD

Staré odrůdy kulturních plodin se i dnes mohou uplatnit pro některé specifické vlastnosti technologické kvality nebo pro svou schopnost adaptace na určitý typ stresu. O kvalitě starých odrůd ječmene máme jen velice kusé informace [1], a navíc byly tyto informace získávány metodami dnes už často ani nepoužívanými. Lze předpokládat, že staré odrůdy ječmene mohou mít některé vlastnosti, které by byly žádoucí i u současných moderních odrůd ječmene. Z tohoto důvodu se mohou stát staré odrůdy ječmene zdrojem vlastností využitelných v rámci šlechtitelských programů zacílených, jak na sladovnickou, tak i na krmnou nebo jinou specifickou kvalitu nových odrůd ječmene.

Cílem předložené práce bylo zhodnotit vybrané kvalitativní ukazatele souboru starých odrůd ječmene a posoudit možnosti jejich využití.

2 MATERIÁL A METODY

Vzorky starých odrůd ječmene byly získány od firem Plant Select Hrubčice, s. r. o. (dnes součást Limagrain Central Europe Cereals, s. r. o.) a Selgen, a. s., ze sklizně v roce 2004 (tab. 1).

Základní informace o použitých genetických zdrojích byly získány z informačního systému Evidence genetických zdrojů rostlin v ČR [2].

Vzorky odrůd ječmene o hmotnosti 1000 gramů byly sladovány v automatickém mikroskladovacím zařízení KVM (Uničov, Česká republika). Pro mikroskladovací zkoušku byl použit přepad na síť 2,5 mm. Pro všechny vzorky byl použit stejný režim máčení, klíčení

1 INTRODUCTIN

Old varieties of cultural crops can even today find their use due to some of their specific characters of technological quality or their ability to adapt to some type of stress. Only limited information on quality of the old barley varieties is available.[1] and furthermore, this information was often obtained by methods not used any more. We can suppose that old barley varieties could have some characters that could also be desirable in the current modern barley varieties. Old barley varieties can thus become a source of characters usable within the breeding programs targeted both at malting and feeding or other specific quality of new barley varieties.

The aim of this study was to evaluate the selected quality parameters of the set of old barley varieties and to assess possibilities of their utilization.

2 MATERIAL AND METHODS

Samples of old barley varieties were obtained from the companies Plant Select Hrubčice, s. r. o. (today integrated into Limagrain Central Europe Cereals, s. r. o.) and Selgen, a. s. from crop 2004 (Tab. 1). Basic information on the genetic resources used was obtained from Plant genetic Resources Documentation in the Czech Republic [2].

Samples of barley varieties (1000 grams) were malted in the automatic micromalting plant of the KVM (Uničov, Czech Republic). Sieving fractions above 2.5 mm were used for the micromalting test. All samples were subjected to the same regime of steeping, germination

a hvozďení [3]. Analýzy ječmene a sladu jsou uvedeny v tabulce (tab. 2) včetně odkazů na použité metody.

- Poznámky k některým znakům uvedeným v tabulce:
- Sacharidový extrakt byl vypočten podle vzorce: extrakt sladu – (rozpuštěný dusík ve sladu x 6,25).
 - Čírost sladiny je hodnocena následovně: 1 = čirá, 2 = slabě opalizující, 3 = opalizující.
 - Doba zcukření – pokud byl v protokolu o zkoušce uveden rozsah (např. 10–15), byl v tabulce uveden průměr (12,5).
 - Výťažnost sladování v sušině (%) = hmotnost odklíčeného sladu v sušině / (hmotnost ječmene v sušině / 100).
 - Ztráty prodýcháním (%) = 100 – (výťažnost sladování v sušině + ztráty odklíčením).
 - Ztráty odklíčením (%) = 100 – hmotnost sladu odklíčeného / (hmotnost neodklíčeného sladu / 100).
 - Celková ztráta sladování v sušině (%) = [(hmotnost ječmene v sušině – hmotnost odklíčeného sladu v sušině) * 100] / hmotnost ječmene v sušině.
 - Index β -glukanasy (%) = [(β -glukany v obilce – β -glukany ve sladu) / β -glukany v obilce] * 100.

and kilning [3]. Barley and malt analyses are summarized in the table (Tab. 2) including references to the methods used.

- Notes to some parameters in the table:
- Saccharide extract was calculated using the formula: malt extract – (soluble nitrogen in malt x 6.25).
 - Assessment of wort clarity: 1 = clear, 2 = weakly opalizing, 3 = opalizing.
 - Saccharification time – if a range (e.g. 10 – 15) was given in the test report, table then shows the average (12.5).
 - Malt yield in dry matter (%) = weight of deculmed malt in dry matter / (weight of barley in dry matter / 100).
 - Respiration losses (%) = 100 – (malt yield in d.m. + rootlet losses).
 - Rootlet losses (%) = 100 – weight of deculmed malt / (weight of non-deculmed malt / 100).
 - Total malting losses in d.m. (%) = [(weight of barley in dry matter – weight of deculmed malt in d.m.) * 100] / weight of barley in dry matter.
 - β -glucanase index (%) = [(β -glucans in caryopsis – β -glucans in malt) / β -glucans in caryopsis] * 100

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Soubor hodnocených starých odrůd ječmene zachycuje období (1922 až 1987), ve kterém byly odrůdy povoleny. Odrůdy Selekční Hanácký, Opavský Kneifl a Slovenský 802 vznikly ještě výběrem z krajových odrůd. Odrůda Diamant vznikla metodou radiační mutagenese. Ostatní odrůdy vznikly křížením.

Z výsledků (tab. 2) je zřejmé, že většina vzorků měla z pohledu dnešních požadavků optimální nebo akceptovatelný obsah dusíkatých látek v nesladovaných obilkách ječmene [4]. Pouze odrůdy Valtický, Denár, Opavský Kneifl a Selekční hanácký měly obsah dusíkatých látek vyšší (11,7–12,3 %). Podařilo se tedy zajistit vzorky s obsahem dusíkatých látek, který výrazným způsobem neovlivnil ostatní sledované sladovnické znaky. Vliv původu osiva na technologické znaky nebyl zkoumán.

V obilkách byly dále stanoveny neškrobové polysacharidy arabinoxylany a β -glukany. Obsah β -glukanů v obilkách dosahoval v průměru 5,1 %. Ve srovnání se současnými sladovnickými odrůdami [5,6] je obsah β -glukanů vyšší. Polovina sledovaných starých odrůd měla obsah β -glukanů v obilce vyšší než 5 %, přičemž odrůda Diamant vykazovala obsah β -glukanů na úrovni 6 %. Průměrný obsah arabinoxylanů byl na úrovni 5,8 %. Osm odrůd mělo obsah arabinoxylanů nižší než 6 %. Nejvyšší obsah arabinoxylanů měla i v tomto případě odrůda Diamant (7,1 %). Také obsah arabinoxylanů byl ve srovnání se současnými sladovnickými odrůdami vyšší [6].

3 RESULTS AND DISCUSSION

Set of the evaluated old barley varieties covers the period (1922 to 1987) for which the varieties were permitted. The varieties Selekční Hanácký, Opavský Kneifl, and Slovenský 802 were still created by selection from landraces. The variety Diamant was formed by the radiation-induced mutagenesis. The other varieties were formed by crossing.

It is evident from the results (Tab. 2) that most samples had optimal or acceptable contents of nitrogenous substances in non malted barley caryopses, according to today's requirements [4]. Only the varieties Valtický, Denár, Opavský Kneifl, and Selekční hanácký had higher content of nitrogenous substances (11.7–12.3 %). We managed to obtain the samples with protein content which did not significantly affect the other malting parameters under study. The effect of the seed origin on the technological parameters was not investigated.

Further, non starch polysaccharides, arabinoxylans and β -glucans, were determined in the caryopses. β -Glucans content in caryopses achieved on average 5.1 %. β -Glucan content was higher than in the current malting varieties [5,6]. Half of the studied old varieties had β -glucan content in a caryopsis higher than 5 %, the variety Diamant showed β -glucan content of 6 %. Average arabinoxylan content was 5.8 %. Eight varieties had arabinoxylan content lower than 6 %. The highest arabinoxylan level was again the recorded in the variety Diamant (7.1 %). Comparison of arabinoxylan contents showed higher values in the old varieties than in the current ones [6].

Tab. 1 Seznam odrůd / List of varieties

Zdroj osiva Seed sources	Začátek registrace Registration – start	Odrůda Variety	Identifikátor Accession number	Výchozí materiál / Pedigree
Hordeum vulgare L. subsp. distichon (L.) KOERN. var. nutans SCHUEBL.				
PS	1922	Selekční Hanácký	03C0600160	S- Hanna
S	1938	Valtický	03C0600019	Valtický B/Starnovsky Kneifl
S	1939	Opavský Kneifl	03C0600005	S- LV Hanacky
S	1946	Slovenský 802	03C0600006	S- Opavsky Kneifl
S	1946	Slovenský Dunajský trh	03C0600008	Ackermanns Danubia/Diosecky 738//Dregeruv
S	1956	Čelechovický hanácký	03C0600057	Haisa//Starnovsky Kneifl/Nolcu A
S	1960	Ekonom	03C0600075	Valtický/Kenia
S	1965	Diamant	03C0600166	M.R.G. Valtický
S	1967	Sladar	03C0600197	Valtický/Slovensky Dunajsky Trh
PS	1969	Denár	03C0601303	Celechovicky Hanacky/Bavaria
PS	1982	Rubín	03C0600059	Valtický//Algerian/Valtický/3/F.Union/4/Diamant/5/Diamant/H.St.13703-64
S	1983	Mars	03C0600058	St 13259/Hor 2957//Abed Lofa
PS	1987	Perun	03C0600069	HE 1728/Karat
PS Plant Select, s. r. o., Hrubčice (incorporated in Limagrain Central Europe Cereals, s. r. o.) http://www.odrudnickerson.cz				
S Selgen, a. s. http://www.selgen.cz				
S- LV výběr z krajové odrůdy / selection from landraces				
M.R.G. radiační mutant / radiation mutant				

Tab. 2 Analýzy ječmene a sladu / *Barley and malt analyses*

	Seleční Hanácký	Valtický	Opavský Kneifel	Sl. Dunajský trh	Slovenský 802	Čelechovický hanácký	Ekonom	Diamant	Sladar	Denár	Rubín	Mars	Perun	Literartura References
Rok povolení / Year of release	1922	1938	1939	1946	1946	1956	1960	1965	1967	1969	1982	1983	1987	
Analýza zrna ječmene / Barley grain analysis														
Obsah vody (%) / Moisture content (%)	11.0	10.9	10.7	11.0	10.8	10.8	10.9	10.9	11.0	10.2	10.9	11.1	10.9	[29]
Dusíkaté látky s.h. (%) / Protein content d.m. (%)	12.1	11.8	11.7	10.5	11.3	11.6	10.5	10.5	11.5	12.3	10.3	9.9	11.0	[29]
Celkový N s.h. (%) / Total nitrogen d.m. (%)	1.936	1.888	1.872	1.680	1.808	1.856	1.680	1.680	1.840	1.968	1.648	1.584	1.760	[29]
β-glukany s.h. (%) / β-glucans d.m. (%)	4.94	5.17	5.28	5.41	4.31	4.79	5.09	6.04	4.80	5.22	4.94	4.93	5.38	[29]
Arabinoxylany s.h.(%) / Arabinoxylans d.m. (%)	6.37	5.50	5.62	5.37	5.42	5.00	6.41	7.09	5.58	6.75	4.62	6.96	5.14	[31]
Aktivita β-amylasy (U/g) / β-amylase activity (U/g)	188	575	237	405	553	647	561	224	623	245	227	456	517	[32]
Aktivita lipoxygenasy (U/mg pr.) Lipoxygenase activity (U/mg pr.)	143	177	167	154	179	153	110	289	290	149	160	324	136	[33]
Aktivita superoxiddismutasy s.h. (U/g) Superoxide dismutase activity d.m. (U/g)	100	93	102	74	102	83	74	74	54	108	102	129	115	[9]
α-tokoferol (mg/kg) / α-tocopherol (mg/kg)	6.01	6.06	6.20	6.34	7.64	7.03	6.38	5.72	5.62	6.33	6.08	7.14	6.54	[13]
β+γ-tokoferol (mg/kg) / β+γ-tocopherol (mg/kg)	2.60	4.50	2.56	4.50	5.20	4.37	3.13	3.36	2.57	2.93	2.52	3.61	4.49	
δ-tokoferol (mg/kg) / δ-tocopherol (mg/kg)	0.32	0.36	0.74	0.31	0.33	0.38	0.31	0.41	0.39	0.3	0.17	0.45	0.2	
α-tokotrienol (mg/kg) / α-tocotrienol (mg/kg)	24.79	24.54	31.03	23.01	28.01	33.45	37.14	38.05	31.85	25.79	25.88	40.60	28.78	
β+γ-tokotrienol (mg/kg) / β+γ-tocotrienol (mg/kg)	5.69	5.40	6.38	5.15	6.81	5.01	5.86	7.98	4.55	5.82	5.67	4.78	7.02	
δ-tokotrienol (mg/kg) / δ-tocotrienol (mg/kg)	0.43	0.36	0.44	0.45	0.29	0.26	0.43	0.47	0.27	0.41	0.35	0.26	0.40	
Vitamin E (α-TE/kg) / Vitamin E (α-TE/kg)	15.1	15.8	17.2	15.6	18.8	19.3	19.4	19.3	16.7	15.8	15.4	21.2	17.7	[16]
Sladování / Malting														
Stupeň domočení po 1. namáče (%) Degree of steeping after 1st wet stage (%)	30.5	28.6	28.5	28.3	28.3	28.6	28.3	28.7	28.8	31.3	30.5	28.8	30.3	
Stupeň domočení po 2. namáče (%) Degree of steeping after 2nd wet stage (%)	38.6	36.3	36.2	35.8	36	36.1	35.9	36.4	36.4	39.5	38.6	36.5	38.2	
Ztráty prodýcháním (%) / Respiration losses d. m. (%)	6.3	3.8	3.5	3.8	3.9	4.4	3.9	3.8	3.6	6.7	6.9	3.8	5.8	
Ztráty odklíčením (%) / Rootlet losses d. m. (%)	4.6	3.5	3.4	3.8	3.9	3.8	3.7	3.7	3.5	5	5.5	3.9	4.7	
Výtěžnost v sušině (%) / Malt yield d. m. (%)	89.1	92.7	93.1	92.4	92.2	91.8	92.4	92.5	92.9	88.3	87.6	92.3	89.5	
Analýza sladu a sladiny / Malt and unhopped wort analyses														
Průměrná délka stříčky (%) / Mean acrospire length (%)	68.30	64.60	63.60	62.60	73.10	63.40	64.40	62.40	63.10	68.10	64.10	66.40	71.90	[30]
Obsah vody (%) / Moisture content (%)	5.6	4.5	4.9	4.8	4.7	4.9	5.0	5.0	4.8	5.5	5.7	4.6	5.5	[29]
Extrakt sladu s.h. (%) / Extract d.m. (%)	78.5	79.9	78.9	81.3	80.3	80.8	80.3	82.3	78.7	78.7	83.1	82.0	81.8	[29]
Sacharidický extrakt (%) / Saccharide extract (%)	74.0	75.2	74.3	77.3	75.7	76.1	76.4	78.6	74.6	74.1	78.5	77.7	77.3	
Relativní extrakt 45°C (%) / Relative extract 45°C (%)	35.7	35.4	35.2	34.5	36.5	36.5	32.1	32.5	32.7	36.0	42.4	36.3	37.4	[30]
Kolbachovo číslo (%) / Kolbach index (%)	38.5	40.9	40.2	39.7	42.4	42.2	37.9	37.0	37.0	38.0	47.0	44.9	42.6	[29]
Rozpuštěný dusík ve sladu (mg/l) Total soluble nitrogen in wort (mg/l)	717	753	730	637	739	752	618	594	654	728	743	689	720	[29]
Rozpuštěný dusík ve sladu (%) Total soluble nitrogen in malt (%)	0.72	0.75	0.73	0.64	0.74	0.75	0.62	0.59	0.65	0.73	0.74	0.69	0.72	[29]
Doba zcukření (min) / Saccharification time (min)	10.0	10.0	13.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	[29]
Diastatická mohutnost (°WK) / Diastatic power (°WK)	262	382	292	329	383	357	314	289	357	293	300	282	346	[29]
Dosažitelný stupeň prokvašení (%) Apparent final attenuation (%)	78.0	78.3	77.6	79.8	81.1	78.3	77.6	77.4	77.4	78.7	81.7	79.2	78.6	[29]
Friabilita (%) / Friability (%)	51.0	67.0	48.0	60.0	73.0	72.0	59.0	62.0	51.0	52.0	77.0	81.0	68.0	[29]
Sklovitá zrna (%) / Glassy corns (%)	1.8	0.4	6.6	0.9	0.3	0.4	0.8	7.2	7.6	2.2	0.7	0.3	1.2	[29]
Homogenita friabilimetrem (%) Homogeneity by friabilimeter (%)	70.2	88.4	61.9	75.8	95.4	90.4	74.3	79.0	68.7	74.0	93.7	94.9	88.9	[34]
Částečně sklovitá zrna (%) / Partly unmodified grains (%)	28.0	11.2	31.5	23.3	4.3	9.2	24.9	13.8	23.7	23.8	5.6	4.8	9.9	[29]
Viskozita lab. sladiny (mPas) / Viscosity of lab. wort (mPas)	1.63	1.55	1.72	1.75	1.50	1.55	1.57	1.98	1.67	1.60	1.55	1.50	1.60	[29]
β-glukany ve sladu (%) / β-glucan in malt (%)	1.60	1.30	2.30	1.60	0.80	1.10	1.50	1.60	1.60	1.30	0.90	0.70	1.40	[29]
Index β-glukanasy / β-glucanase index	68	75	56	70	81	77	71	74	67	75	82	86	74	
β-glukany ve sladině (mg/l) / β-glucan content of wort (mg/l)	593	484	945	1068	254	370	572	1089	668	550	416	266	660	[29]
Homogenita (Carlsberg) (%) / Homogeneity (Carlsberg) (%)	72.0	70.0	69.0	70.0	73.0	74.0	77.0	66.0	66.0	66.0	78.0	73.0	76.0	[29]
Modifikace (Carlsberg) (%) / Modification (Carlsberg) (%)	75.0	73.0	55.0	65.0	82.0	79.0	58.0	62.0	59.0	67.0	79.0	80.0	77.0	[29]
Barva sladiny (EBC) / Colour of malt (EBC)	2.7	2.7	2.8	2.8	2.7	2.8	2.6	2.6	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	[29]
Zákal sladiny 90 ° (EBC) / Haze of wort (90°) (EBC)	1.84	0.71	3.25	4.90	0.70	0.66	0.92	1.55	1.01	1.13	2.01	4.38	0.73	[29]
Zákal sladiny 15 ° (EBC) / Haze of wort (15°) (EBC)	1.94	0.74	3.66	5.63	0.65	0.67	1.08	1.36	0.98	1.16	1.71	4.75	0.81	[29]
Čiřost sladiny vizuálně / Clarity of wort	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	[30]

β -Amylase je obsažena v aleuronové vrstvě obilky v albuminové frakci bílkovin. Její aktivita se zvyšuje v průběhu klíčení (sladování). Degraduje škrob za vzniku dextrinu a maltosy. V nesladovaném zrně souboru starých odrůd se pohybovala aktivita β -amylasy v rozpětí od 188 U/g do 647 U/g. Především u odrůd Selekční Hanácký, Diamant, Rubín, Opavský Kneifel a Denár byla aktivita tohoto enzymu výrazně nízká.

Lipoxygenasa (LOX) je enzym patřící do skupiny oxidoreduktas. Katalyzuje oxidaci nenasycených mastných kyselin s více dvojnými vazbami. V průběhu tohoto procesu se tvoří sloučeniny s charakteristickými vůněmi a chutěmi. LOX poškozuje zrna ječmene při skladování. Zhoršená jakost zrna ječmene se projevuje škrablavou, hořkou a žluklou chutí. Působení LOX se přispívá i žluklá vůně sladu postřehnutelná ještě ve rmutu. Aktivita tohoto enzymu v nesladovaném zrně ječmene se u sledovaných starých odrůd pohybovala od 110 U/mg pr. do 324 U/mg pr. V nesladovaném zrně současných odrůd se pohybovala tato hodnota okolo 300 U/mg pr. Naproti tomu u odrůdy Timorí se sníženou aktivitou enzymu LOX dosahovala hodnota jen kolem 17 U/mg pr. [7].

Superoxiddismutasa (SOD) je enzym ze skupiny metaloproteinů. Nejvíce je ho obsaženo v embryu a aleuronové vrstvě. Má význam v detoxikaci produktů rozpadu molekulárního kyslíku. Přítomnost superoxidového anionového radikálu v pivu může mít vliv na peroxidaci lipidů, degradaci polysacharidů a inaktivaci enzymů. V ječmeni a sladu brání žluknutí během skladování a následně nežádoucím příchutím piva. Aktivita SOD se u sledovaného souboru starých odrůd pohybovala v rozpětí od 54 U/g do 129 U/g. Obdobné hodnoty byly naměřeny také u současných odrůd [8, 9, 10].

V obilkách ječmene je zastoupeno všech osm izomerů vitamínu E, tj. α -, β -, γ -, δ -tokoferoly a α -, β -, γ -, δ -tokotrienoly, které chrání obilku před oxidací během skladování a klíčení [11, 12, 13, 14, 15], což je důležité z hlediska výroby sladu. Aktivita vitamínu E se v obilkách sledovaných starých odrůd pohybovala v rozpětí od 15,1–21,2 α -TE/kg, což jsou opět o něco vyšší hodnoty, než jaké jsou uváděny v literatuře [16, 17, 18]. Nejvyšší aktivitu vitamínu E vykazovaly odrůdy Diamant (19,3 α -TE/kg), Čelechovický hanácký (19,3 α -TE/kg), Ekonom (19,4 α -TE/kg) a Mars (21,2 α -TE/kg).

Pro potvrzení statistické průkaznosti rozdílů v obsahu β -glukanů, arabinoxylanů a vitamínu E v zrně starých a současných odrůd sladovnického ječmene by bylo třeba založit další experimenty.

Průměrná délka stříelky se pohybovala v rozpětí od 62,4 % do 73,1 %. To znamená, že klíčení bylo nevyrovnané. Pro hodnocení kvality hotového sladu nemá však tento znak v podstatě žádnou hodnotu.

Rozluštění škrobu

Extrakt jsou látky, které se dostanou při rmutování do roztoku sladin z pivovarských surovin. Obsah extraktu vypovídá o úrovni rozluštění škrobu v průběhu sladování, u současných odrůd se pohybuje na úrovni 82 % [3, 19, 20, 21, 22]. Podle ukazatele sladovnické kvality (USJ) [4] má mít sladovnická odrůda ječmene obsah extraktu vyšší než 81,5 %. Tuto hranici by překročily ve sledovaném souboru pouze čtyři nejmladší odrůdy (Perun, Mars, Diamant a Rubín). Odrůdy doporučené pro výrobu českého piva musí vykazovat obsah extraktu vyšší než 80 %. Tento požadavek by splnilo osm odrůd.

Extrakt obsahuje zkvasitelné cukry, rozpustné dusíkaté látky a minerální látky. Pro odhad velikosti zkvasitelné části extraktu se používá tzv. sacharidový extrakt. U současných odrůd se pohybuje v průměru kolem hodnoty 77 %. U sledovaného souboru se pohyboval v rozpětí od 74 do 78 %.

Rozluštění dusíkatých látek

Celková aktivita cytolýtických a proteolýtických enzymů ve sladu charakterizovaná relativním extraktem při 45 °C se pohybovala v širokém rozpětí od 32 % do 42 %. U odrůd Ekonom, Diamant, Sladar a Slovenský Dunajský trh byla aktivita cytolýtických a proteolýtických enzymů nižší než 35 %. Ve srovnání s dnešními odrůdami [3, 19, 20, 21, 22] byly hodnoty relativního extraktu při 45 °C u sledovaných starých odrůd nižší. Pouze odrůda Rubín měla podle USJ [4] hodnotu tohoto znaku na optimální úrovni, tj. nad 40 %. U odrůd doporučených pro české pivo se hodnota tohoto znaku pohybuje kolem 36 % [3, 23].

Proteolýtické rozluštění je dáno hodnotou Kolbachova čísla. U sledovaných starých odrůd se pohybovalo v rozpětí od 37 % do 47 %. Současné odrůdy mají úroveň proteolýtického rozluštění vyšší, v průměru se pohybuje kolem 45 % [3, 19, 20, 21, 22]. Odrůdy Čelechovický hanácký, Slovenský 802, Perun, Mars a Rubín měly úroveň tohoto znaku z hlediska požadavku USJ [4] (Psota Kosař 2002) na optimální

β -Amylase is contained in the aleuron layer of a caryopsis in the albumin protein fraction. Its activity increases during germination (malting). It degrades starch into dextrin and maltose. In non malted grain of the set of old varieties, β -amylase activity ranged from 188 U/g to 647 U/g. Activity of this enzyme was markedly low namely in the varieties Selekční Hanácký, Diamant, Rubín, Opavský Kneifel, and Denár.

Lipoxygenase (LOX) is the enzyme belonging to the group of oxidoreductases. It catalyzes oxidation of unsaturated fatty acids with more double bonds. During this process compounds with characteristic odors and flavors are formed. LOX can derogate stored barley grain. Worsened barley grain quality results in scraping, bitter, rancid taste. Rancid flavor of malt which is still perceivable in mash, is also assigned to LOX activity. Activity of this enzyme in non malted barley grain in the studied old varieties varied from 110 U/mg pr. to 324 U/mg pr. This value was around 300 U/mg pr in non malted grain of the current varieties. Conversely, in the variety Timorí with a reduced LOX enzyme activity the value achieved only ca 17 U/mg pr. [7].

Superoxide dismutase (SOD) is the enzyme from the group of metalloproteins. Its highest amount is contained in the embryo and aleuron layer. It participates in detoxification of products of oxygen molecular breakdown. The presence of the superoxide anion radical in beer can affect lipid peroxidation, polysaccharide degradation and inactivation of enzymes. In barley and malt it prevents rancidity during storage and undesirable beer off-flavors. SOD activity in the studied set of old varieties ranged from 54 U/g to 129 U/g. Similar values were also measured in the current varieties [8,9,10].

Barley caryopses contain all eight isomers of vitamin E, i.e. α -, β -, γ -, δ -tocopherols and α -, β -, γ -, δ -tocotrienols which protect the caryopsis against oxidation during storage and germination [11, 12, 13, 14, 15], which is important in malt production. Vitamin E activity in the caryopses of the old varieties under study varied from 15.1 – 21.2 α -TE/kg, these values are again a little higher than those given in the literature [16, 17, 18]. The highest activity of vitamin E was exhibited by the varieties Diamant (19.3 α -TE/kg), Čelechovický hanácký (19.3 α -TE/kg), Ekonom (19.4 α -TE/kg), and Mars (21.2 α -TE/kg).

To confirm statistical significance of the differences in contents of β -glucans, arabinoxylans and vitamin E in grain of old and current malting barley further experiments would be needed.

Average length of an acrospire was 62.4 % to 73.1 %. It means that germination was unbalanced. However, this character is of no importance for the quality assessment of the finished malt.

Starch modification

Substances which get during mashing to wort from brewing materials are called the extract. Extract content characterizes to the level of starch modification during malting, in the current varieties it moves around 82 % [3, 19, 20, 21, 22]. According to the Malting Quality Index (USJ) [4] a malting barley variety should have extract content higher than 81.5 %. This limit was exceeded only by four youngest varieties in the set studied (Perun, Mars, Diamant, and Rubín). The varieties recommended for production of Czech Beer must have extract content higher than 80 %. Eight varieties would fulfill this requirement.

Extract contains fermentable sugars, soluble nitrogenous substances and mineral substances. A so-called saccharide extract is used for the estimation of the extent of a fermentable part of the extract. In the current varieties it moves around the value of 77 %. It varied from 74% to 78 % in the studied set.

Modification of nitrogenous substances

Total activity of cytolytic and proteolytic enzymes in malt characterized by relative extract at 45 °C moved in a wide range from 32 % to 42 %. Activity of cytolytic and proteolytic enzymes in the varieties Ekonom, Diamant, Sladar, and Slovenský Dunajský trh was lower than 35 %. Values of relative extract at 45 °C were lower in the studied old varieties compared to today's varieties [3, 19, 20, 21, 22]. Only the variety Rubín had the value of this parameter on the optimal level, i.e. over 40% according to the MQI [4]. Value of this parameter moved around 36 % in the varieties recommended for Czech Beer [3, 23].

Proteolytic modification is given by the value of Kolbach index. In the studied old varieties it varied from 37 % to 47 %. Current varieties have the level of proteolytic modification higher, on average it moves around 45 % [3, 19, 20, 21, 22]. The varieties Čelechovický hanácký, Slovenský 802, Perun, Mars, and Rubín had the level of this parameter in terms of MQI [4] on the optimal level. With the exception of the varieties Perun, Mars, and Rubín, all the other old varieties under study fulfilled the requirement for the level of proteolytic modification in the varieties recommended for production of Czech Beer [24].

úrovni. Kromě odrůd Perun, Mars a Rubín splňovaly všechny ostatní sledované staré odrůdy požadavek na úroveň proteolytického rozluštění i odrůd doporučených pro výrobu Českého piva [24].

Dusíkaté látky, které přejdou do roztoku v průběhu rmutování, informují o míře proteolytického rozluštění vysokomolekulárních dusíkatých sloučenin během sladování. Nízkomolekulární dusíkaté látky (aminokyseliny) ovlivňují množení kvasinek v průběhu kvašení. Při jejich nedostatku dochází k neuspokojivému množení kvasinek a k tvorbě nežádoucích vedlejších produktů kvašení (např. diacetyl). Přebytek určitých aminokyselin může vést k netypickému aroma a k horší chuťové stabilitě. Piva s vyšším obsahem aminokyselin jsou zároveň náchylnější k mikrobiálnímu poškození. Střední a vysokomolekulární dusíkaté látky ovlivňují pěnivost a plnost chuti piva. Vysokomolekulární dusíkaté látky, které přejdou až do piva, mohou nepříznivě ovlivnit jeho koloidní stabilitu. Sladina, mladina a pivo vyrobené ze sladů s vysokým rozluštěním dusíkatých látek mají obvykle tmavší barvu [25]. U současných odrůd se obsah dusíkatých látek pohybuje v rozpětí 700–800 mg/l [3, 19, 20, 21, 22]. U sledovaného souboru starých odrůd vykázalo pět odrůd nižší hodnotu rozpustného dusíku než 700 mg/l. Odrůdy Diamant a Ekonom dosáhly hodnot rozpustného dusíku dokonce jen na hranici 600 mg/l.

Amylolytické rozluštění

Nejjednodušším ukazatelem účinnosti amylolytických enzymů sladu je stanovení doby zcukření. Všechny odrůdy vykazovaly dobré až velmi dobré zcukření a byly tak srovnatelné se současnými odrůdami [3, 19, 20, 21, 22].

Měřítkem aktivity amylolytických enzymů (převážně β -amylasy), které štěpí škrob při rmutování, je diastatická mohutnost. Vysoké hodnoty diastatické mohutnosti sladu jsou požadovány pivovary používajícími škrobnaté surogáty bez vlastní významnější enzymatické aktivity. V současné době je podle USJ [4] i podle požadavků na odrůdy doporučené pro České pivo požadováno, aby diastatická mohutnost byla vyšší než 220 j.WK. Diastatická mohutnost se u sledovaných starých odrůd pohybovala v rozpětí od 260 j.WK do 380 j.WK. Všechny sledované staré odrůdy tedy splnily požadavek na minimální úroveň tohoto znaku. Diastatická mohutnost se u současných odrůd pohybuje v průměru kolem 400 j.WK. K této hodnotě se ze sledovaných starých odrůd ječmene přiblížily pouze odrůdy Valtický a Slovenský 802.

Dosažitelný stupeň prokvašení sladiny informuje o kvalitě sladiny, která pozitivně či negativně ovlivňuje průběh kvasného procesu. Rozhodující je množství zkvasitelných cukrů, z tohoto důvodu je možno tímto znakem charakterizovat také amylolytické rozluštění [25]. Nemalý vliv na úroveň prokvašení má i obsah a složení stopových prvků a dusíkatých látek. Dosažitelný stupeň prokvašení se u sledovaných starých odrůd pohyboval v rozpětí od 77 % do 81 %. Současné požadavky na hodnotu tohoto znaku jsou dvojí. USJ [4] považuje hodnoty 79 % a nižší za nepřijatelné a za optimální považují hodnoty 82 % a více. U odrůd doporučených pro výrobu Českého piva se hodnoty 82 % a více považují již za nepřijatelné [24]. Rozpor je zřejmý a vychází z požadavku na nižší úroveň prokvašení u odrůd doporučených pro výrobu Českého piva.

Rozluštění buněčných stěn

Cytolytické rozluštění sladu je výsledkem působení celého komplexu enzymů patřících do skupiny hemicelulas. Při sladování jde o uvolnění vysokomolekulárních β -glukanů z komplexu s bílkovinnými a dalšími sloučeninami. Po uvolnění dochází ke štěpení β -glukanů s vysokou molekulovou hmotností na β -glukany s nízkou molekulovou hmotností, případně až na glukosu. Fyzikální vlastnosti zrna ječmene se v průběhu sladování mění. Zrno sladu je křehké, zatímco nesladovaná obilka je pevná. Úroveň poklesu obsahu β -glukanů v průběhu sladování vyjadřuje index β -glukanasy. U sledovaných starých odrůd se úroveň tohoto znaku pohybovala v dost širokém rozpětí od 56 % do 86 %. Současné odrůdy vykazují vyšší hodnoty v rozpětí 88 %–97 % [26].

Friabilita, schopnost sladu rozdrobit se, charakterizuje úroveň rozluštění zejména buněčných stěn a bílkovin. Průměrná hodnota friability sledovaného souboru byla 63 %. Akceptovatelnou úroveň friability [4], tj. hodnoty vyšší než 79 %, měla pouze odrůda Mars (81 %). S klesající friabilitou stoupalo množství sklovitých a částečně sklovitých zrn a klesala homogenita sladu.

Viskozita sladiny je významným ukazatelem rozluštění a celkové hydrolyzy vysokomolekulárních látek během sladování a rmutování. Její hodnota informuje orientačně o stupni degradace hemicelulos. U sledovaných starých odrůd se pohybovala od 1,50 mPa.s do 1,98 mPa.s. Většina odrůd poskytla normálně rozluštěné slady. Špatně rozluštěné slady poskytly odrůdy Diamant, Slovenský Dunajský trh

Nitrogenous substances that get into solution during mashing inform on the extent of proteolytic modification of high-molecular weight nitrogen containing substances during malting. Low-molecular weight nitrogen containing substances (amino acids) affect yeast reproduction during fermentation. Their deficiency leads to insufficient yeast reproduction and production of undesirable by-products of fermentation (e.g. diacetyl). Excess of certain amino acids can lead to untypical aroma and worse sensory stability. Beers with higher amino acid content are also more susceptible to microbial damage. Medium and high-molecular weight nitrogen containing substances affect foaming power and palatibility of beer. High-molecular weight nitrogen containing substances that get into beer can unfavorably affect its colloidal stability. Color of sweet wort, hopped wort and beer made from malts with high modification of nitrogenous substances is usually darker [25]. Protein content in the current varieties ranges from 700–800 mg/l [3, 19, 20, 21, 22]. In the studied set of old varieties, five varieties exhibited value of soluble nitrogen lower than 700 mg/l. The varieties Diamant and Ekonom achieved the values of soluble nitrogen only on the limit of 600 mg/l.

Amylolytic modification

Saccharification rate is the simplest indicator of the efficiency of amylolytic enzymes of malt. All varieties saccharified well to very well and they were comparable with the current varieties [3, 19, 20, 21, 22].

Diastatic power is a measure of the activity of amylolytic enzymes (namely β -amylase) that degrade starch during mashing. High values of diastatic power of malt are required by breweries which use starch surrogates without more significant enzymatic activity. Today, based on the MQI [4] and requirements for the varieties recommended for Czech Beer, diastatic power over 220 WK units is demanded. Diastatic power in the studied old varieties ranged from 260 WK to 380 WK units. It means that all the studied old varieties fulfilled the requirement for the minimal level of this parameter. Diastatic power in the current varieties oscillates on average around 400 WK units. Of all the studied varieties, only the varieties Valtický and Slovenský 802 got near this value.

Apparent final attenuation of wort informs on wort quality that positively or negatively affects course of the fermentation process. Amount of fermentable sugars is decisive; therefore this parameter can also be used for the assessment of amylolytic modification [25]. In addition, degree of apparent final attenuation is also affected by content and composition of trace elements and nitrogenous substances. Apparent final attenuation in the old varieties ranged from 77 % to 81 %. Current requirements for the value of this parameter are of two kinds. According to the MQI [4] the values of 79 % and lower are considered unacceptable and values of 82 % and higher optimal. Values of 82 % and higher in the varieties recommended for the production of Czech Beer are considered as already unacceptable [24]. Discrepancy is evident and it results from the requirement for lower apparent final attenuation in the varieties recommended for the production of Czech Beer.

Cell wall modification

Cytolytic modification of malt is a result of activity of the whole complex of enzymes belonging to the group of hemicelulases. During malting, high molecular β -glucans are released from the complex with protein and other compounds. Subsequently, high molecular β -glucans are degraded to low-molecular β -glucans or even to glucose. Physical characters of barley grain changes during malting. Malt grain is brittle, whereas non malted caryopsis is hard. Level of decrease in β -glucan content during malting is expressed by the index of β -glucanase. The level of this parameter in the old studied varieties varied in quite a wide range from 56 % to 86 %. The current varieties exhibit higher values in the range of 88 %–97 % [26].

Friability, capacity of malt to desintegrate, characterizes the level of modification, mainly cell walls and proteins. Average friability value of the studied set was 63 %. The acceptable friability level [4], i.e. values higher than 79 %, was determined only in the variety Mars (81 %). The amount of glassy and partly glassy grains increased and malt homogeneity declined with declining friability.

Wort viscosity is a significant indicator of modification and total hydrolysis of high molecular substances during malting and mashing. Its value provides basic information on the level of hemicelluloses degradation. It varied from 1 50 mPa.s to 1 98 mPa.s in the studied old varieties. Most varieties provided standard modified malts. The varieties Diamant, Slovenský Dunajský trh, and Opavský Kneifel provided poorly modified malts. Viscosity of sweet wort

a Opavský Kneifel. U současných odrůd se viskozita sladiny pohybuje kolem 1,45 mPa.s [3, 19, 20, 21, 22].

Stanovení β -glukanů ve sladince je přesnější metodou k předpovědi času scezování a filtrace než hodnota viskozity sladiny. Obsah β -glukanů ve sladince byl u většiny sledovaných starých odrůd na dnes nepřijatelné úrovni [4]. Pouze odrůda Slovenský 802 měla 254 mg/l β -glukanů ve sladince, tedy obsah, který je v rámci registračního řízení na hranici akceptovatelnosti. U ostatních odrůd se hodnota tohoto znaku pohybovala v rozpětí od 370 mg/l do 1082 mg/l, což jsou z hlediska dnešního požadavku na tento znak hodnoty nepřijatelně vysoké. Předpokládá se, že filtrovatelnost je závislá na obsahu β -glukanů ve sladince. Nejvíce nesnáší působí β -glukany vytvářející gel, který zvyšuje viskozitu a brzdí filtraci.

Dalším znakem, kterým se hodnotí úroveň cytolytického rozluštění a současně homogenita rozluštění sladu, je modifikace a homogenita sladu (calcofluorovou metodou). Termínem rozluštění sladu je označována úroveň degradace buněčných stěn endospermu, které tvoří jeho pevnou kostru. Slad s hodnotami rozluštění nad 95 % nebo pod 80 % může způsobovat závažné senzorické změny v chuti finálního výrobku. Optimální stupeň rozluštění se pohybuje v rozmezí 90–95 %. Homogenita je u sladu označována jednotnost rozluštění zrn ve vzorku. Stupeň homogenity sladu by při tom neměl klesnout pod krajní mez 70 % [27]. Kromě odrůd Mars a Slovenský 802, u kterých bylo zjištěno rozluštění sladu na úrovni 80 % respektive 82 %, měly všechny ostatní sledované staré odrůdy úroveň rozluštění nižší. Nejnížší hodnoty tohoto znaku měly odrůdy Opavský Kneifel (55 %), Ekonom (58 %) a Sladar (59 %). U sledovaných starých odrůd se homogenita pohybovala v rozpětí 65–78 %.

Senzorické vlastnosti sladu

Barva sladiny dává orientační informaci o typu analyzovaného sladu, ale nekoreluje s barvou vyrobeného piva. Barva sladiny sledovaných starých odrůd ječmene byla nízká a odpovídala světlému typu sladu. Současné odrůdy ječmene, sladované za stejných podmínek, vykazují vyšší úroveň barvy sladiny kolem 3,5 j.EBC [3, 19, 20, 21, 22].

Většina sledovaných starých odrůd poskytla čiré sladiny. Pouze odrůdy Opavský Kneifel, Mars a Slovenský Dunajský trh měly problém s čírosladiny. Příčinou zákalu je pravděpodobně labilní stav bílkovin v koloidním roztoku sladiny. Dnes jsou požadovány pouze odrůdy poskytující čiré sladiny. Odrůdy poskytující opalizující sladiny nebo dokonce sladiny se zákalom jsou považovány za odrůdy nesladovnické [28].

4 ZÁVĚR

Sledovaný sortiment starých odrůd ječmene měl mírně vyšší obsah neškrbových polysacharidů (β -glukanů a arabinoxylanů). V nesladovaném zrna byla aktivita lipoxygenasy vysoká, ale aktivita superoxiddismutasy byla na běžné úrovni. Některé ze starších odrůd vykazovaly vyšší aktivitu vitamínu E.

Soubor starých odrůd ječmene sklizených v roce 2004 nesplňoval současné požadavky na sladovnickou kvalitu především v úrovni cytolytického rozluštění. Také rozluštění šrobu a dusíkatých látek byla u řady sledovaných starých odrůd nízká. Úroveň diastatické mohutnosti naopak odpovídala současným požadavkům.

Požadavkům kladeným na odrůdy pro výrobu Českého piva vyhověla pouze jedna odrůda (Slovenský 802). Další čtyři odrůdy (Diamant, Ekonom, Čelechovický hanácký, Slovenský Dunajský trh) by tyto požadavky splnily, pokud by bylo odhlédnuto od nízké úrovně cytolytického rozluštění těchto odrůd.

Z výsledků je zřejmý šlechtitelský pokrok především v oblasti rozluštění šrobu a dusíkatých látek, tj. parametrů, podle kterých byly sledované staré odrůdy v době svého vzniku hodnoceny. Na cytolytické rozluštění nebyl v době šlechtění sledovaných starých odrůd kladen důraz. Pokud by bylo reálné zlepšit šlechtěním cytolytické rozluštění, je možno některé ze zkoumaných starých odrůd využít ve šlechtitelských programech pro vyšší obsah extraktu (Rubín) či pro tvorbu odrůd určených pro výrobu Českého piva.

Poděkování

V publikaci byly využity genetické zdroje z kolekce Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s. r. o. (Agricultural Research Institute Kromeriz, Ltd.), který je přímým účastníkem Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství. Biologický materiál genetických zdrojů ječmene byl poskytnut Genovou bankou Sloven-

moves around 1.45 mPa.s in the current varieties [3, 19, 20, 21, 22].

Determination of β -glucans in wort is a more accurate method for the prediction of time of lautering and filtration than the value of wort viscosity. β -glucan content in wort was in most of the old studied varieties on a level which is unacceptable today [4]. Only the variety Slovenský 802 had 254 mg/l β -glucans in wort, i.e. content on the level of acceptability within the registration procedure. The value of this parameter in the other varieties ranged from 370 mg/l to 1082 mg/l, these values are unacceptably high regarding today's requirements for this parameter. It is assumed that filterability depends on β -glucan content in wort. The biggest problems are caused by β -glucans creating gel which increases viscosity and impedes filtration.

Modification and malt homogeneity is another parameter used for the assessment of the level of cytolytic modification (the calcofluor method). The term malt modification indicates the level of degradation of cell walls of the endosperm that form its firm skeleton. Malt with modification values over 95 % or below 80 % can cause major sensory changes in taste of the final product. Optimal degree of modification moves within 90–95 %. Homogeneity in malt means uniformity of grain modification in a sample. Degree of malt homogeneity should not fall under the limit of 70 % [27]. With the exception of the varieties Mars and Slovenský 802 in which malt modification was on the level of 80 % and 82 %, respectively, all the other old varieties under study had lower level of modification. Lower levels of this trait were found in the varieties Opavský Kneifel (55 %), Ekonom (58 %), and Sladar (59 %). Homogeneity in the old studied varieties moved within 65–78 %.

Senzory properties of malt

Wort colour provides basic information on the type of the analyzed malt but it does not correlate with the color of the beer produced. Wort color of the studied old barley varieties was low and it corresponded with a pale malt type. The current barley varieties, malted under the same conditions, exhibit higher level of wort color, around 3.5 EBC units [3, 19, 20, 21, 22].

Most of the old varieties under study gave clear worts. Only the varieties Opavský Kneifel, Mars and Slovenský Dunajský trh had problems with wort clarity. Probable cause of turbidity appears to be a labile state of proteins in wort colloid solution. Today only the varieties providing clear worts are required. The varieties providing opalizing worts or even worts with haze are considered non malting varieties [28].

4 CONCLUSIONS

The studied collection of the old barley varieties had moderately higher content of non starch polysaccharides (β -glucans and arabinoxylans). Lipoxigenase activity in a non malted grain was high but superoxide dismutase activity was on the average level. Some of the older varieties exhibited higher activity of vitamin E.

Set of the old varieties harvested in 2004 did not fulfill current demands for malting quality namely in the level of cytolytic modification. Modification of starch and nitrogenous substances was low in many of the studied old varieties as well. On the contrary, level of diastatic power suited the current requirements.

The requirements for the varieties for the production of Czech Beer were fulfilled only by one variety (Slovenský 802). Other four varieties (Diamant, Ekonom, Čelechovický hanácký, Slovenský Dunajský trh) would fulfill these requirements if cytological modification of these varieties was not considered.

The results show evident breeding progress mainly in the area of modification of starch and nitrogenous substances, i.e. parameters according to which the old studied varieties were assessed at the time of their origin. Cytolytic modification was not so emphasized at the time when these old varieties were bred. If a real possibility existed to improve cytolytic modification by breeding, some of the varieties might be used in breeding programs for a higher extract content (Rubín) or for formation of varieties for Czech Beer production.

Acknowledgements

Genetic resources from the collection of the Agricultural Research Institute Kromeriz, Ltd., a direct participant in the National Programme on Conservation and Utilization of Plant, Animal and Microbial Genetic Resources for Food and Agriculture, were used in this study.

Biological material of genetic resources was provided by the Gene Bank of the Slovak Republic, which is a part of Plant Production Research Center Piešťany.

ské republiky, která je součástí Centra výskumu rostlinnej výroby Piešťany.

Prezentované výsledky kvality zrna ječmene byly získány a zpracovány za podpory MŠMT ČR v rámci řešení výzkumného záměru VÚPS, a. s., „Výzkum sladařských a pivovarských surovin a technologií“ (identifikační kód MSM6019369701).

Recenzovaný článek / Reviewed paper

Do redakce došlo / Manuscript received: 27. 12. 2009

Přijato k publikování / Accepted for publication: 2. 3. 2010

The presented results of barley grain quality were acquired with support of the MEYS CR within solution of the research plan of the RIBM, Plc. “Research on Malting and Brewing Raw Materials and Technologies” (identification code MSM6019369701).

Translated by Vladimira Novakova

LITERATURA / REFERENCES

1. Psota, V., Hartmann, J., Sýkorová, Š., Loučková, T., Vejražka, K.: 50 Years of Progress in Quality of Malting Barley Grown in the Czech Republic J. Inst. Brew. **115**, 2009, 279–291.
2. EVIGEZ: <http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/>
3. Psota, V., Sachambula, L., Dvořáčková, O.: Barley varieties registered in the Czech Republic in 2009. Kvasny Prum. **55**, 2009, 150–157.
4. Psota, V., Kosař, K.: Malting quality index. Kvasny Prum. **48**, 2002, 142–148.
5. Psota, V., Ehrenbergerová, J., Havlová, P., Hartmann, J.: Beta-glucan content in caryopses, malt and wort of the selected spring barley varieties. Monatsschrift für Brauwissenschaft. **55**, 2002, 10–14.
6. Březinová Belcredi, N., Ehrenbergerová, J., Běláková, S., Vaculová, K.: Barley Grain as a Source of Health-Beneficial Substance. Czech J. Food Sci. **27**, 2009, 242–244.
7. Psota, V., Jurečka, D., Horáková, V.: Barley varieties registered in the Czech Republic in 2005. Kvasny Prum. **51**, 2005, 190–194.
8. Belcrediová, N., Ehrenbergerová, J., Havlová, P.: Enzyme superoxide dismutase in grain of barley and malt. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., LIV, No. 2, 2006, 7–14.
9. Březinová Belcredi, N., Ehrenbergerová, J., Prýma, J., Havlová, P.: Stanovení aktivity enzymu superoxidmustasy pomocí soupravy Ransod v rostlinném materiálu. Chem. Listy **101**, 2007, 504–508.
10. Březinová Belcredi, N., Ehrenbergerová, J., Vaculová, K.: Antioxidant activity of superoxide dismutase in spring barley grain. Kvasny Prum. **56**, 2010, 127–130.
11. Peterson, D. M.: Barley tocols: Effects of Milling, Malting, and Mashing. Cereal Chem. **72**, 1994, 42–44.
12. Cavallero, A., Gianinetti, A., Finocchiaro, F., Delogu, G., Stanca, A. M.: Tocols in Hull-less and Hulled Barley Genotypes Grown in Contrasting Environments. J. Cereal Sci. **39**, 2004, 175–200.
13. Ehrenbergerová, J., Belcrediová, N., Prýma, J., Vaculová, K., Newman, C. W.: Effect of Cultivar, Year Grown, and Cropping System on the Content of Tocopherols and Tocotrienols in Grains of Hulled and Hullless Barley. Plant Food Hum. Nutr. **61**, 2006, 145–150.
14. Andersson, A. A. M., Lampi, A. M., Nystrom, L., Piironen, V., Li, L., Ward, J. L., Gebruers, K., Courtin, C. M., Delcour, J. A., Boros, D., Fras, A., Dynkowska, W., Rakszegi, M., Bedo, Z., Shewry, P. R., Åman, P.: Phytochemical and Dietary Fiber Components in Barley Varieties in the Healthgrain Diversity Screen. J. Agric. Food Chem. **56**, 2008, 9767–9776.
15. Panfili, G., Fratianni, A., di Criscio, T., Marconi, E.: Tocol and β -glucan levels in barley varieties and in pearling by-products. Food Chem. **107**, 2008, 84–91.
16. McLaughlin P.J., Weihrauch J.L. Vitamin E content of foods. J. Am. Diet Assoc. Dec. **75**(6), 1979, 647–665.
17. Zielinski, H., Ciska, E., Kozłowska, H.: The cereal grains: focus on vitamin E. Czech J. Food Sci. **19**, 2001, 182–188.
18. Březinová Belcredi, N., Ehrenbergerová, J., Benešová, K., Vaculová, K.: Variability of activity vitamin E and its isomers in barley grain. Kvasny Prum. **56**, 2010, 88–92.
19. Psota, V., Jurečka, D.: Registration of barley varieties in the Czech Republic in 2004. Kvasny Prum. **50**, 2004, 158–161.
20. Psota, V., Horáková, V.: Barley varieties registered in the Czech Republic in 2006. Kvasny Prum. **52**, 2006, 174–178.
21. Psota, V., Horáková, V.: Barley varieties registered in the Czech Republic in 2007. Kvasny Prum. **53**, 2007, 168–173.
22. Psota, V., Horáková, V., Kopřiva, R.: Barley varieties registered in the Czech Republic in 2008. Kvasny Prum. **54**, 2008, 186–192.
23. Psota, V.: Historical and current varieties of spring barley, varieties suitable for „České pivo“. Kvasny Prum. **54**, 2008, 326–331.
24. Commission Regulation (EC) No 1014/2008 of 16 October 2008 entering certain names in the Register of protected designations of origin and protected geographical indications (České pivo (PGI), Cebreiro (PDO)). Official Journal of the European Union L276, p 27, 17/10/2008.
25. Back, W.: Ausgewählte Kapitel der Brauereitechnologie. Verlag Hans Carl, Nürnberg, 2005.
26. Gunkel, J., Voetz, M., Rath, F.: Effect of malting barley variety (*Hordeum vulgare* L.) on fermentability. J. Inst. Brew. **108**, 2002, 355–361.
27. Moll, M., Oortwyn, J.: Practical application of on improved malt modification analyzer. Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **33**, 1996, 187–192.
28. Psota, V.: Committee for quality evaluation of malting barley varieties at RIBM Plc. Kvasny Prum. **49**, 2003, 73–74.
29. European Brewery Convention. *Analytica-EBC*. Barley: 3.2 Moisture content of barley, 3.3.2 Total nitrogen of barley: Dumas combustion method, 3.10.2 High molecular weight β -glucan content of barley: Fluorimetric method, Malt: 4.2 Moisture content of malt, 4.5.1 Extract of malt: Congress mash, 4.7.2 Colour of malt: Visual method, 4.8 Viscosity of laboratory wort from malt: glass capillary viscometer, 4.9.3 Soluble nitrogen of malt: Dumas combustion method, 4.11 Fermentability, final attenuation of laboratory wort from malt, 4.12 Diastatic power of malt, 4.14 Modification and homogeneity of malt: Calcofluor method, 4.15 Friability, glassy corns and unmodified grains of malt by friabilimeter, 4.16.2 High molecular weight β -glucan content of malt: Fluorimetric method; Wort: 8.13.2 High molecular weight β -glucan content of wort: Fluorimetric method; Beer: 9.29 Haze in beer: Calibration of haze meters. Getränke-Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, Germany, 1998.
30. Methodensammlung der Mitteleuropäischen Brautechnischen Analysenkommission. *Brautechnische Analysenmethoden Band I*, 3rd ed. Malz: 4.1.3.7 Blattkeimentwicklung, 4.1.4.2.6 Aussehen, 4.1.4.11 Maischmethode nach Hartong-Kretschmer VZ 45 °C. MEBAK, Weihenstephan-Freising, Germany, 1997.
31. Douglas, S. G.: A rapid method for the determination of pentosans in wheat flour. Food Chemistry **7**, 1981, 139–145.
32. McCleary, B. V., Codd, R.: Measurement of beta-amylase in cereal flours and commercial enzyme preparations. Journal of Cereal Science **9**, 1989, 17–34.
33. Magee, J.: Methods of Enzymatic Analysis. H. U. Bergmayer Ed., Academic Press, NY pp. 411–414, 1965.
34. Baxter, E. D., O'Farrell, D. D.: Use of the friabilimeter to assess homogeneity of malt. J. Inst. Brew. **89**, 1983, 210–214.