

## VYBRANÉ SLADOVNICKÉ PARAMETRY NOVÝCH PŘÍRŮSTKŮ Z KOLEKCE GENETICKÝCH ZDROJŮ JARNÍHO JEČMENE

### SELECTED MALTING PARAMETERS OF NEW ACCESSIONS FROM THE COLLECTION OF SPRING BARLEY GENETIC RESOURCES

JOSEF PROKEŠ, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský Praha, a. s., Sladařský ústav, Mostecká 7, 614 00 Brno / *Research Institute of Brewing and Malting, Plc. Malting Institute, Mostecká 7, CZ-614 00 Brno*, e-mail: prokes@brno.beerresearch.cz

KATEŘINA VACULOVÁ, JARMILA MILOTOVÁ, Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s. r. o. a Agrotest fyto, s. r. o., Havlíčkova 2787, 767 01 Kroměříž / *Agricultural Research Institute Kroměříž, Ltd. and Agrotest fyto, Ltd., Havlíčkova 2787, CZ-767 01 Kroměříž*

**Prokeš, J. – Vaculová, K. – Milotová, J.: Vybrané sladovnické parametry nových přírůstků z kolekce genetických zdrojů jarního ječmene.** Kvasny Prum. 53, 2007, č. 6, s. 162–167.

Příspěvek hodnotí vybrané parametry zrna a sladu nových přírůstků z Kolekce genetických zdrojů jarního ječmene, vedené v Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s.r.o. v letech 2003–2005. Výsledky hodnocení 113 odrůd z diferencovaných regionů původu potvrdily nejvyšší sladovnickou jakost souboru odrůd ze západní a střední Evropy, se zaměřením na selekci materiálů s vysokým obsahem zkvasitelných látek. Rovněž poukázaly na pokrok ve šlechtění sladovnických ječmenů, dosažený v zemích severní Evropy (Švédsko a Dánsko). Některé české odrůdy, speciálně šlechtěné pro využití k výrobě tzv. českého typu piva, se vyznačovaly nižšími hodnotami dosažitelného stupně prokvašení. Zařazení odrůd s odlišným typem pluchatosti zrna a řadovosti klasu se odrazilo ve vysoké variabilitě ukazatelů modifikace zrna, barvy sladu i zákalu sladiny. Významné difference v hodnotách friability a beta-glukanů ve sladu byly zjištěny mezi pluchatými a bezpluchými odrůdami, nejvyšší hodnoty zákalu sladiny i barvy sladu byly naměřeny u německé bezpluché odrůdy Lawina. Pro naše pěstební podmínky se jako nejméně vhodné jeví odrůdy z východní Evropy (především Ruska a Lotyšska), které kromě vyššího obsahu škrobu nevynikaly žádnými požadovanými sladařskými parametry ani hospodářsky významnými vlastnostmi.

**Prokeš, J. – Vaculová, K. – Milotová, J.: Selected malting parameters of new accessions from the collection of spring barley genetic resources.** Kvasny Prum. 53, 2007, No. 6, p. 162–167.

The study evaluates selected parameters of grain and malt of new accessions from the Collection of Genetic Resources of Spring Barley maintained at the Agricultural Research Institute Kroměříž, Ltd. over 2003–2005. The results of evaluation of 113 varieties from differentiated regions of the origin confirmed the highest malting quality of the set of varieties from Western and Central Europe with orientation to the selection of materials with high content of fermentable substances. They also pointed to progress in breeding malting barleys achieved in countries of North Europe (Sweden and Denmark). Some Czech varieties, specially bred for use in production of a so-called “Czech Beer”, were characterized by lower values of apparent final attenuation. Classification of varieties with a different type of hull percentage of a grain and type of ear was connected with high variability of indicators of grain modification, color of malt and wort turbidity. Significant differences in values of friability and beta-glucans in malt were found between the hulled and hullless varieties, the highest values of turbidity and color of malt were measured in the German hullless variety Lawina. For our growing conditions the least suitable varieties were the varieties from Eastern Europe (first of all Russia and Latvia) which except higher starch content did not excel in any required malting parameters or economically significant characters.

**Prokeš, J. – Vaculová, K. – Milotová, J.: Die auserlesene Malzparameter von neuen Zuflüssen aus der Kollektion der genetischen Sommergerstenquellen.** Kvasny Prum. 53, 2007, Nr. 6, S. 162–167.

Im diesen Artikel werden eine auserlesene Parameter des Malzes und des Kornes von neuen Zuflüssen aus der Kollektion der genetischen Sommergerstenquellen, die im Zeitraum 2003–2005 in dem Forschungsinstitut der Landwirtschaft GmbH mit dem Sitz in Kroměříž geführt wurden, ausgewertet. Die Ergebnisse der Auswertung von 113 Braugerstensorten aus den verschiedenen Anbaugebieten Europas haben in Hinsicht auf die Sortenselektion mit dem höchsten Vergärungsextraktgehalt gezeigt, dass die beste Malzqualität bei den Braugersten aus der West- und Zentraleuropa gefunden wurde. Bei diesen Versuchen wurde auch ein Vorgang bei der Braugerstenzucht in den Ländern der Nordeuropa (Schweden, Dänemark) bewiesen. Einige tschechische Braugerstensorten, die besonders für Bierbrauen des tschechischen Types gezüchtet wurden, wiesen einen niedrigeren Wert an Endvergärungsgrad. Die Einordnung der Braugerster mit einem abweichenden Typ der Spelze und einer Ährenreihigkeit brachte eine sehr hohe Parametervariabilität der Kornmodifikation, Malzfarbe und der Vorderwürzetrübung. Einige bedeutende Wertendifferenzen an Friabilität und Beta-Glukangehalt im Malz wurden unten spelzenhaltigen und spelzenlosen Braugerstensorten festgestellt, die allerhöchste Werte der Malzfarbe und der Vorderwürzetrübung wurden bei der deutschen spelzenlosen Braugerstensorte Lawina ermittelt. Für eine tschechische Anbaubedingungen wurden die Braugerstensorten aus Osteuropa (vor allem aus Rußland und Lettland) als eine ungeeignete betrachtet, außer eines erhöhten Stärkengehaltes wiesen diese Sorten keine erforderliche Malzparameter oder wirtschaftlich bedeutende Eigenschaften auf.

**Прокеш, Й. – Вацулова, К. – Милотова, Я.: Избранные пивоваренные параметра новых поступлений коллекции генетических источников ярового ячменя.** Kvasny Prum. 53, 2007, No. 6, стр. 162–167.

В статье расцениваются избранные параметра зерна и солода новых поступлений Коллекции генетических источников ярового ячменя Сельскохозяйственного научно-исследовательского института Кромěříž, s.r.o. в 2003–2005 г. Исходы оценки 113 сортов из дифференцированных регионов происхождения подтвердили максимальное пивоваренное качество сортов из Западной и Центральной Европы, с направлением к селекции материалов с высоким содержанием сбраживаемых веществ. Также отметили прогресс в селекции пивоваренных сортов ячменя в странах Северной Европы (Швеция и Дания). Некоторые чешские сорта, специально облагороженные для производства т. наз. пива чешского типа, отличались более низкой степенью достижимого сбраживания. Включение сортов с различным типом мякиной оболочки зерна и различной рядовостью колоса сказалось в высокой изменчивости индикаторов модификации зерна, цвета солода и мутности сусла. Значительные разницы в параметрах показания фриабилитета и бета-глюканов в солоде выявились между сортами с– и безоболочными. Наивысшие значения мутности сусла и цвета солода были измерены у германского безоболочного сорта Lawina. Для наших условий оказывались меньше всего удобными сорта из Восточной Европы (прежде всего из России и Латвии), которые отличались только высшим содержанием крахмала.

**Klíčová slova:** jarní ječmen, genetické zdroje, odrůdy, sladování, sladovnické parametry

**Key words:** spring barley, genetic resources, varieties, malting, malting parameters

## 1 ÚVOD

Standardní hodnocení nových přírůstků kolekce genetických zdrojů jarního ječmene, vedené v Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s. r. o. v rámci úkolů vytyčených Národním programem konzervace a využití genetických zdrojů rostlin a agro-biodiverzity, zahrnuje hodnocení morfoloických, biologických a hospodářských znaků a vlastností. Zemědělská praxe preferuje pěstování sladovnických odrůd, a proto je znalost sladovnické jakosti hospodářsky významným ukazatelem nejen pro cílené využití nových genetických zdrojů ječmene ve šlechtění, ale i pro získání lepšího přehledu o vývoji a směrech šlechtění ječmene na celém světě.

Základní hodnocení sladovnických parametrů nově získaných genetických zdrojů, pěstovaných v lokalitě Kroměříž v období 2003–2005, potvrdilo vliv typu řadovosti klasu a pluchtatosti zrna i původu odrůdy na sladařsky důležité charakteristiky, jako je příjem vody při máčení, obsah bílkovin zrna a extraktu sladu [1]. Jakost sladu je třeba vnímat v široké komplexní souvislosti, a proto byly v této studii hodnoceny další parametry, které spolurozhodují o možnosti efektivního využití studovaných zdrojů jako donorů sladovnické jakosti zrna.

## 2 MATERIÁL A METODY

### 2.1 Materiál

Byla použita kolekce genetických zdrojů jarního ječmene (113 zahraničních a tuzemských odrůd a 2 kontroly, Annabell a Prestige) pěstovaných v polních pokusech v Kroměříži v letech 2003–2005 (seznam jednotlivých odrůd se základní charakteristikou, popis pěstování a hodnocení – viz [1]). Pro zpracování výsledků byly hodnocené odrůdy rozděleny do skupin podle regionů původu a podle typu řadovosti klasu a pluchtatosti obilky. Členění odrůd podle regionů původu: Asie (A – Japonsko), Austrálie (AUS – Austrálie), Evropa – region střed (EC – ČR, Německo, Rakousko, Polsko a Slovensko), Evropa – region sever (EN – Dánsko, Finsko, Litva, Lotyšsko, Švédsko a Rusko), Evropa – region západ (EW – Francie a Velká Británie), severní Amerika – (NA – Kanada a USA). Členění podle typu řadovosti klasu a pluchtatosti obilky: dvouřadá bezpluché (31), dvouřadá pluchaté (39), šestiřadá bezpluché (71), šestiřadá pluchaté (79).

### 2.2 Metody

Ve vzorcích ječmene byl stanoven obsah škrobu v sušině (%) metodou podle Ewerse. Vyříděné zrna bylo sladováno v laboratorní sladovně KVM Uničov technologickým postupem dle EBC [2].

Pro laboratorní sladování byla zvolena následující technologie: Máčení: teplota vody 14,5 °C; 1. den – délka namočení 5 h; 2. den – délka namočení 4 h. Obsah vody v klíčovém zrně byl upraven dokročením na 45 %. Klíčení: teplota při klíčení 14,5 °C. Celková doba máčení a klíčení činila celkem 6 dní (144 h). Hvozdní: jednorázový, elektricky vyhříváný hvozdní, celková doba hvozdní 22 h, teplota předsušení 55 °C, teplota dotahování 80 °C po dobu 4 h.

Z vyrobených sladů byly podle postupu EBC připraveny laboratorní sladiny, které byly využity ke všem dalším analýzám. V této studii byly sledovány následující parametry: barva sladin (v jednotkách barvy dle EBC), zákal sladin měřený při úhlu 15° a 90° (j. EBC) a stupeň dosažitelného prokvašení (%). Dále byla stanovena friabilita (křehkost v %) sladu a obsah beta-glukanů ve sladu (%).

Všechny analýzy byly provedeny podle Pivovarsko-sladařské analytiky [3] a výsledky jsou uvedeny v sušině vzorku.

### 2.3 Zpracování výsledků

Ke statistickému hodnocení výsledků byl použit program REML (Residual Maximum Likelihood Program) [4] a statistický software Statistica 7.0.

Pozn. k obr. 1 a 2: Sloupce (průměrné hodnoty) s odlišným písmenem v rámci stejného sladovnického parametru se statisticky významně odlišují ( $P \leq 0,05$ ).

## 1 INTRODUCTION

Standard evaluation of new accessions of the collection of spring barley genetic resources, maintained at the Agricultural Research Institute Kroměříž, Ltd. in the framework of tasks set out by the National Program of Preservation and Use of Plant Genetic Resources and Agrobiodiversity, includes the assessment of morphological, biological and economic traits and characters. Agricultural practice prefers growing malting varieties, therefore knowledge of malting quality is an economic indicator not only for the targeted use of new genetic resources of barley in breeding but also for gaining a better view of the development and trends of barley breeding worldwide.

Basic evaluation of malting parameters of newly acquired genetic resources grown in the locality of Kroměříž in the period of 2003–2005 confirmed the effect of the type of ear (two or six-rowed) and percentage of hulls and variety origin on important malting characteristics such as water uptake during steeping, protein content of grain and malt extract [1]. Quality of malt must be perceived in a broad complex context and therefore other parameters that also decide about the effective use of the studied resources as donors of grain malting quality were evaluated in this study.

## 2 MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Material

Collection of spring barley genetic resources (113 foreign and inland varieties and 2 controls, Annabell and Prestige) grown in field trials at Kroměříž over 2003–2005 was used (list of individual varieties with the basic characteristics, description of growing and evaluation – see [1]). For evaluation of results the varieties assessed were split into groups according to regions of their origin and type of ear (two or six-rowed) and percentage of hulls. Classification of the varieties according to the regions of origin: Asia (A – Japan), Australia (AUS – Australia), Europe – region center (EC – CR, Germany, Austria, Poland and Slovakia), Europe – region north (EN – Denmark, Finland, Lithuania, Latvia, Sweden and Russia), Europe – region west (EW – France and United Kingdom), North America – (NA – Canada and USA). Classification according to the type of ear and percentage of hulls: two-rowed hulless (31), two-rowed hulled (39), six-rowed hulless (71), six-rowed hulled (79).

### 2.2 Methods

Starch content in dry matter (%) was assessed in samples of barley with the method according to Ewers. Selected grain was malted in the laboratory malting unit of KVM Uničov with the technological method according to the EBC [2].

Following technology was used for laboratory malting: Steeping: temperature of water 14.5 °C; 1<sup>st</sup> day – time of steeping 5 h; 2<sup>nd</sup> day – time of steeping 4 h. Content of water in germinated grain was adjusted by spraying to 45 %.

Germination: temperature during germination 14.5 °C. Total time of steeping and germination was 6 days altogether (144 h).

Kilning: one-floor, electrically heated kiln, total kilning time 22 h, pre-drying temperature 55 °C, kilning temperature 80 °C for 4 h.

From the malts made, laboratory worts used for all following analyses were prepared according to the EBC methods. Following parameters were studied in this study: colour of wort (in units of color according to EBC), wort turbidity measured at the angles of 15° and 90° (EBC un.) and level of apparent final attenuation (%). In addition, we determined friability (brittleness in %) of malt and beta-glucan content in malt (%).

All analyses were performed according to Brewing and Malting Analytics [3] and results are presented in dry matter of a sample.

### 2.3 Evaluation of results

Program REML (Residual Maximum Likelihood Program) [4] and statistical software Statistica 7.0 were used for statistical evaluation of results.

Note to Fig. 1 and Fig. 2: Columns (mean values) with different letters within the same malting parameter are significantly different ( $P \leq 0,05$ ).

## 3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Ze sladařského pohledu jsou základními informacemi, se kterými je odrůda ječmene jarního zaregistrována, obsah bílkovin v zrně ječmene a obsah extraktu z ječmene vyrobeného sladu. Dalšími významnými ukazateli kvality zrna je obsah a složení sacharidů v zrně ječmene, které souvisí jak s extraktivností, tak i cytolytickým rozluštěním, kde se uplatňuje i celková enzymatická aktivita sladu. Obsah i složení bílkovin jsou důležité hlavně z pohledu proteolytického rozluštění. Obsah rozpustného dusíku v zrně je významný nejen pro průběh kvasného procesu, ale ovlivňuje koloidní a senzickou stabilitu i pěnivost piva [5].

Průměrná hodnota obsahu škrobu v zrně činila v celém souboru

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

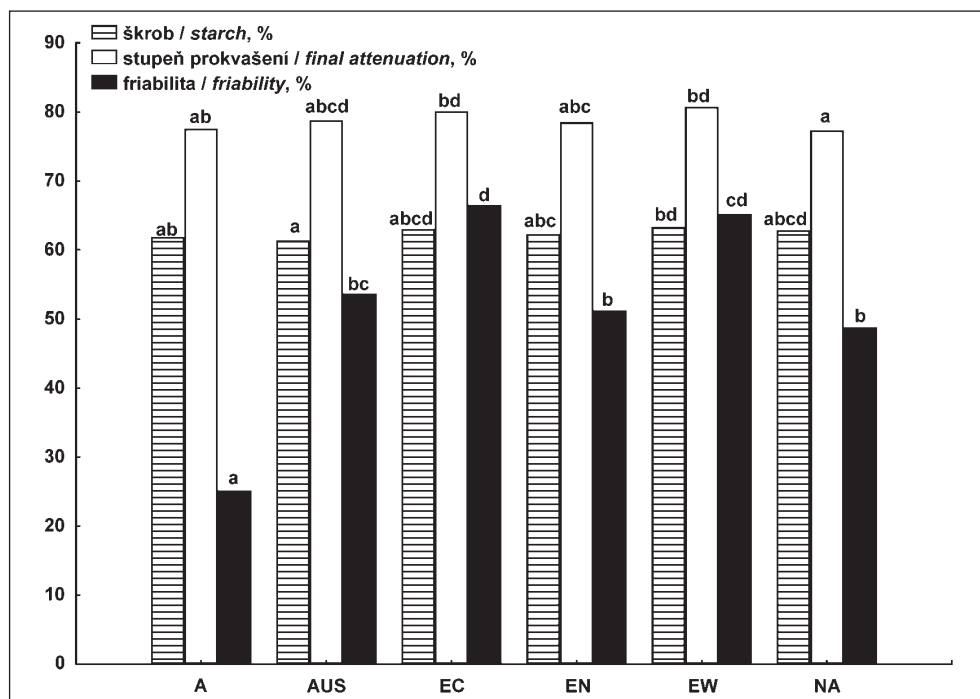
Protein content in barley grain and extract content from barley of the produced malt are basic malting information with which the barley variety is registered. Further significant indicators of malt quality are content and composition of saccharides in barley grain, this is connected with extractivity and cytolytic modification where also total enzymatic activity of malt plays a role. Content and composition of proteins are important mainly in terms of proteolytic modification. Soluble nitrogen content in grain is significant not only for the course of fermenting process but it also affects colloid and sensorial stability and beer head retention [5].

Average value of starch content in grain in the whole set was 62.9 % (Tab. 1), and the highest average was found in the group of varieties

Tab. 1 Průměrné hodnoty a proměnlivost znaků a ukazatelů / Average values and variability of the individual parameters of indicators

Znak / Parameter	jedn. / unit	průměr / mean	st. chyba / stat. discr.	V, % <sup>1)</sup>	sm. odchylka / stand. deviat.	min.	max.
Škrob / starch	%	62,9	0,17	2,8	1,77	58,0	67,8
Barva / colour	j.EBC	2,9	0,03	12,1	0,35	2,0	4,6
Stupeň prokvašení / final attenuation	%	79,4	0,29	3,9	3,09	58,6	84,1
Zákal / turbidity 15°	j.EBC	1,54	0,21	147,4	2,27	0,4	21,2
Zákal / turbidity 90°	j.EBC	1,43	0,19	139,5	1,99	0,5	17,7
Friabilita / friability	%	59,4	1,28	23,2	13,76	15,4	90,8
Beta-glukany / beta-glucans	%	1,54	0,08	54,2	0,83	0,2	7,6

<sup>1)</sup> – variační koeficient / coefficient of variation



A – původ Asie / origin Asia, AUS – původ Austrálie / origin Australia, EC – původ Evropa střed / origin Europe Center, EN – původ Evropa sever / origin Europe North, EW – původ Evropa západ / origin Europe West, NA – původ Severní Amerika / origin North America

Obr. 1 / Fig. 1 Průměrné hodnoty a průkaznost diferencí ve vybraných sladovnických parametrech zrna a sladu nových odrůd jarního ječmene, členěných podle regionu původu / Mean values and significance of differences in the selected malting parameters of grain and malt of new varieties of spring barley, classified according to the region of origin

62,9 % (tab. 1), přičemž nejvyšší průměr měla skupina odrůd původem z regionu EW, tj. západní Evropy (63,3 %), a nejnižší hodnoty jsme naměřili v souboru odrůd z Austrálie (AUS, 61,4 %).

Diference mezi minimální a maximální stanovenou hodnotou obsahu škrobu byla podle očekávání malá, a rovněž variabilita vyjádřená variačním koeficientem byla nejnižší ze všech sledovaných ukazatelů ( $V = 2,8 \%$ ); nicméně hodnocené skupiny odrůd z uvedených regionů se mezi sebou statisticky významně lišily (obr. 1).

Výpočet korelací mezi obsahem škrobu, extraktu a bílkovin potvrdil provázanost všech tří parametrů – ve skupinách odrůd, kde byl

of the origin from the EW region, i.e. Europe west (63.3 %), and the lowest values were measured in the set of varieties from Australia (AUS, 61.4 %).

The difference between the minimum and maximum value of starch content was as expected small, and also variability expressed by coefficient of variation was the lowest of all the indicators followed ( $V = 2.8 \%$ ); however, the evaluated groups of varieties from the given regions differed statistically significantly (Fig. 1).

Calculation of correlations among contents of starch, extract and protein confirmed coherence of all three parameters – in the groups of varieties where highly significant positive relationship between starch content and extract values was found (regions EW, AUS and EC), also a stronger negative dependence between protein and starch contents and between protein content and extract values was determined. At the same time we found out that the determined relations were not true in the group of the hulless varieties. Our last results [1] showed that the studied hulless varieties had by more than 1 % higher than optimum protein content of grain (two-rowed – 13.1 %, six-rowed – 16.5 %) but at the same time they reached high extract content.

Known negative correlation between starch and protein content in

hulless barleys is evident only in case of additional increase in protein content. Malting grain of the set of the selected productive hulless lines in previous years gave similar results as well [6].

Further parameters as fragility (friability) of malt and characteristics of congress wort (such as color, clarity, fermentability, etc.) are connected with total enzymatic activity and cytolytic modification of malt.

The mean value of malt friability of the whole set was 59.4 %, with varying from 15.4 % to 90.8 %. Materials from Japan with six-rowed ear and hulless caryopsis which in the scope of the evaluated set also exhibited one of the highest beta-glucan content in malt



zjištěn vysoce průkazný kladný vztah mezi obsahem škrobu a hodnotami extraktu (regiony EW, AUS a EC), byla současně stanovena i silnější negativní závislost mezi obsahem bílkovin a škrobu a mezi obsahem bílkovin i hodnotami extraktu. Zároveň se ukázalo, že zjištěné relace plně neplatí ve skupině bezpluchých odrůd. Z našich minulých výsledků [1] vyplývá, že sledované bezpluché odrůdy měly o více než 1 % vyšší než optimální obsah bílkovin zrna (dvouřadá – 13,1 %, víceřadá – 16,5 %), ale zároveň dosahovaly vysokého obsahu extraktu.

Známa negativní korelace mezi obsahem škrobu a bílkovin se u bezpluchých ječmenů zřejmě uplatňuje až v případě dalšího zvýšení obsahu bílkovin. K obdobným výsledkům jsme došli i při sladování zrna souboru vybraných produktivních bezpluchých linií v předchozích letech [6].

S celkovou enzymatickou aktivitou a s cytolytickým rozluštěním sladu souvisí další parametry, jako je křehkost (friabilita) sladu a charakteristiky vlastností kongresní sladiny (například barva, čirost, zkvasitelnost apod.).

Průměrná hodnota friability sladu celého souboru byla 59,4 %, s variabilitou od 15,4 % do 90,8 %. S odrůdám s průměrně nejnižší hodnotou friability (obr. 1) patřily materiály z Japonska s víceřadým klasem a bezpluchou obilkou, které v rámci hodnoceného souboru současně vykazovaly i jeden z nejvyšších obsahů beta-glukanů ve sladu (obr. 2). Rovněž další bezpluché ječmeny z regionu NA (CDC Fibar, CDC Rattan, AC Albert) i EC (odrůda Lawina) charakterizovala nízká friabilita, což ale může souviset i se skutečností, že bezpluchý ječmen má většinou nižší laboratorní klíčivost i polní klíčivost a vzhledem k zvýšené citlivosti k mechanickému poškození zárodku. Zmíněná přítomnost bezpluchých odrůd ve skupině z regionu NA (Severní Amerika) přispěla k nejvyšší variabilitě hodnot friability ( $V = 29,3$  %), i když se průměrná hodnota tohoto parametru z regionu NA významně nelišila od dat získaných v souborech z Austrálie (AUS) nebo severní Evropy (EN). V porovnání s odrůdami z regionu EW a EC, tedy západní a střední Evropy, však měly výše zmíněné regiony statisticky významně nižší křehkost sladu (obr. 1), což se ukázalo i v nižším stupni dosažitelného prokvašení.

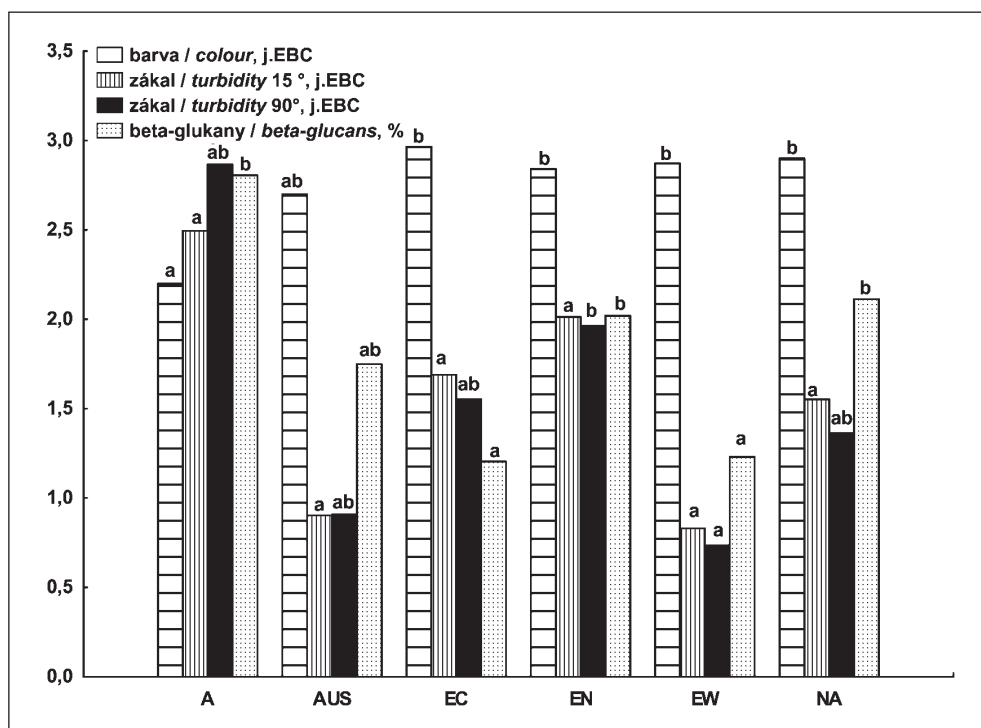
Stupeň dosažitelného prokvašení byl po obsahu škrobu druhým nejméně proměnlivým ukazatelem, ale i u něj byly mezi skupinami hodnocených odrůd zjištěny významné rozdíly. Průměrná hodnota celého souboru odrůd byla 79,4 % a kolísala od 58,6 % po 84,1 %.

Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u odrůdy Mauritia (DEU) – 84,1 %, avšak i další odrůdy z regionu EW a EC dosáhly hodnot nad 82 % (Marnie, Germina – DEU, Josefin – FRA, Nitrán – SVK a Ebson – CZE), což svědčí o zaměření selekce na materiály s maximálním obsahem zkvasitelných látek. Z regionu severní Evropy (tab. 2) poskytla zajímavé výsledky švédská dvouřadá odrůda Wikingett s nejvyšším stupněm prokvašení (82,7 %), u které byl současně naměřen i vysoký obsah extraktu (83,2 %) a škrobu (65 %) přesto, že měla nízkou friabilitu (65,7 %).

Nejnižší hodnoty stupně prokvašení vykazovaly bezpluché kanadské odrůdy se zhoršenou modifikací sladu, a za nimi se umístily na rozdíl od očekávání dvouřadá pluchaté odrůdy původem z Ruska a Lotyšska, které v průměru dosáhly u tohoto ukazatele hodnoty 77,1 %, čímž se zařadily i za víceřadé finské odrůdy (s průměrem 79,7 %).

Ovšem i v souboru českých odrůd byl u některých materiálů zjištěn nízký stupeň prokvašení (Bojos – 77,0 % a Radegast – 76,2 %) i přesto, že patří k odrůdám s vysokou extraktivností (84,3 % resp. 83,5 %). Tyto odrůdy byly cíleně šlechtěny pro využití k výrobě tzv. „českého typu piva“, které má záměrně nižší prokvašení z důvodu zachování plnosti chuti, požadované spotřebiteli.

Uvádí se, že znakem dobře rozluštěného ječmene a dotaženého sladu jsou čiré sladiny. Podle Prokeše [7, 8] by měl zákal čiré sladiny dosahovat hodnoty do 2,5 j. EBC a zákal opalizující sladiny nad 7,5 j. EBC, přičemž hodnota měřená při úhlu dopadu paprsku světla 90°



Obr. 2 / Fig. 2 Průměrné hodnoty a průkaznost diferencí ve vybraných sladovnických parametrech sladu ze zrna nových odrůd jarního ječmene, členěných podle regionu původu / Mean values and significance of differences in selected malting parameters of malt from grain of new spring barley varieties classified according to the region of origin

(Fig. 2) belonged to the varieties with on average lower friability value (Fig. 1). Other hulless barleys from the NA regions (CDC Fibar, CDC Rattan, AC Albert) and EC (variety Lawina) had low friability too, this however can be connected with the fact that hulless barley mostly has lower laboratory germinating capacity and field germinating capacity and emergence rate due to the enhanced sensitivity to mechanical damage of a germ. The above mentioned presence of the hulless varieties in the group from the NA region (North America) contributed to the highest variability of friability values ( $V = 29.3$  %) although the mean value of this parameter from the NA region did not differ significantly from the data obtained in sets from Australia (AUS) or North Europe (EN). In comparison with the varieties from EW and EC regions, i.e. North and Central, the above mentioned regions had statistically significantly lower malt fragility (Fig. 1); this was also shown in a lower degree of apparent final attenuation.

Apparent final attenuation was after starch content the second least variable indicator but also here significant differences among groups of the varieties assessed were found. Mean value of the whole set of varieties was 79.4 % and it varied from 58.6 % to 84.1 %.

The highest values were measured in the variety Mauritia (DEU) – 84.1 % but also other varieties from the EW and EC regions reached values over 82 % (Marnie, Germina – G, Josefin – FRA, Nitrán – SK and Ebson – CZ), this confirms focusing of selection on materials with maximum content of fermentable substances. From the North Europe region (Tab. 2), interesting results were provided by a the Swedish two-rowed variety Wikingett with the highest apparent final attenuation (82.7 %), here high contents of extract (83.2 %) and starch (65 %) were detected although it had low friability (65.7 %).

Hulless Canadian varieties with aggravated malt modification had the lowest values of apparent final attenuation, they were surprisingly followed by two-rowed hulled varieties from Russia and Latvia which on average attained value 77.1 % in this indicator, this classified them after six-rowed Finish varieties (with the average of 79.7 %).

But also in the set of Czech varieties, low degree of attenuation was detected in some materials (Bojos – 77.0 % and Radegast – 76.2 %) although they belong to varieties with high extractivity (84.3 % or 83.5 %). These varieties were purposefully bred for production of a so-called Czech Beer, which intentionally has lower attenuation for preserving palatibility demanded by consumers.

It is presented that clear worts are a character of well modified barley and kilned malt. According to Prokeš [7, 8], turbidity of clear wort should reach value to 2.5 EBC un. and turbidity of opalescent wort above 7.5 EBC un., according to the literature, value measured at

Tab. 2 Proměnlivost vybraných parametrů jakosti zrna a sladu tříděných podle regionu původu / *Variability of the selected parameters of quality of grain and malt classified according to the region of their origin*

Znak / parameter	St. chyba / stat. discr.	min.	max.	Sm. odchylka V, % <sup>2)</sup> / stand. deviat.	
škrob / starch, %					
A <sup>1)</sup>	0,65	61,2	62,5	0,92	1,5
AUS	0,52	60,2	62,6	1,03	1,7
EC	0,24	60,4	67,6	1,59	2,5
EN	0,55	58,0	67,2	2,51	4,0
EW	0,28	61,0	65,7	1,41	2,2
NA	0,39	60,5	67,8	1,57	2,5
barva / colour, EBCU					
A	N	2,2	2,2	0,00	0,0
AUS	0,07	2,5	2,8	0,14	5,2
EC	0,06	2,5	4,6	0,37	12,4
EN	0,04	2,6	3,3	0,19	6,6
EW	0,03	2,7	3,2	0,14	5,0
NA	0,14	2,0	4,2	0,58	20,1
stupeň prokvašení / final attenuation, %					
A	0,05	77,5	77,6	0,07	0,1
AUS	0,83	77,3	80,7	1,65	2,1
EC	0,28	75,8	84,1	1,86	2,3
EN	0,46	73,2	82,7	2,17	2,8
EW	0,23	78,7	82,9	1,17	1,4
NA	1,53	58,6	81,9	6,29	8,1
zákal / turbidity 15°, EBCU					
A	1,05	1,5	3,5	1,48	59,2
AUS	0,12	0,7	1,2	0,25	27,5
EC	0,51	0,4	21,2	3,32	196,7
EN	0,36	0,5	6,4	1,71	84,9
EW	0,05	0,5	1,6	0,27	32,7
NA	0,33	0,5	5,2	1,38	88,6
zákal / turbidity 90°, EBCU					
A	1,23	1,64	4,09	1,73	60,47
AUS	0,20	0,5	1,3	0,41	44,9
EC	0,44	0,5	17,7	2,90	186,5
EN	0,32	0,5	5,9	1,49	75,9
EW	0,05	0,5	1,6	0,25	34,6
NA	0,28	0,5	5,1	1,15	84,7
friabilita / friability, %					
A	0,55	24,6	25,7	0,78	3,1
AUS	5,28	43,8	62,8	10,55	19,7
EC	1,90	37,2	90,8	12,47	18,7
EN	1,74	33,8	65,7	8,17	15,9
EW	1,41	54,2	80,3	7,04	10,8
NA	3,46	15,4	66,1	14,28	29,3
beta-glukany / beta-glucans, %					
A	0,34	2,5	3,1	0,47	16,9
AUS	0,11	1,6	1,9	0,16	8,9
EC	0,08	0,2	2,4	0,51	42,1
EN	0,13	1,0	3,1	0,59	29,3
EW	0,06	0,6	1,8	0,32	26,2
NA	0,40	1,0	7,6	1,57	74,1

<sup>1)</sup> viz Materiál a metody / *see Materials and Methods*

<sup>2)</sup> – viz / *see tab. 1;*

N – nestanoveno, resp. nelze vyhodnotit / *didn't provided, or cannot be evaluated*

Tab. 3 Proměnlivost vybraných parametrů jakosti zrna a sladu tříděných podle typu řadovosti klasu a pluchatosti obilky / *Variability of the selected parameters of quality of grain and malt classified according to type of ear and caryopsis hull percentage*

Znak / parameter	St. chyba / stat. discr.	min.	max.	Sm. odchylka V, % <sup>2)</sup> / stand. deviat.	
škrob / starch, %					
31 <sup>1)</sup>	1,74	60,5	67,8	3,48	5,4
39	0,16	58,0	67,2	1,58	2,5
71	0,65	61,2	62,5	0,92	1,5
79	0,42	58,4	62,7	1,34	2,2
barva / colour, EBCU					
31	0,58	2,0	4,6	1,17	40,3
39	0,02	2,5	4,0	0,21	7,5
71	N	2,2	2,2	0,00	0,0
79	0,18	2,7	4,2	0,56	17,1
stupeň prokvašení / final attenuation, %					
31	4,66	58,6	77,9	9,32	13,5
39	0,19	73,2	84,1	1,88	2,4
71	0,05	77,5	77,6	0,07	0,1
79	0,51	76,0	81,9	1,60	2,0
zákal / turbidity 15°, EBCU					
31	4,50	2,9	21,2	9,01	117,0
39	0,13	0,4	8,0	1,33	105,1
71	1,05	1,5	3,5	1,48	59,2
79	0,34	0,8	4,2	1,07	63,6
zákal / turbidity 90°, EBCU					
31	4,00	1,4	17,7	7,99	141,0
39	0,13	0,5	9,4	1,31	109,5
71	1,23	1,6	4,1	1,73	60,5
79	0,30	0,7	3,4	0,94	53,7
friabilita / friability, %					
31	5,17	15,4	37,2	10,34	40,5
39	1,13	36,2	90,8	11,23	18,0
71	0,55	24,6	25,7	0,78	3,1
79	2,41	33,8	58,1	7,63	14,8
beta-glukany / beta-glucans, %					
31	1,76	2,0	7,6	3,04	74,6
39	0,06	0,2	3,1	0,55	39,1
71	0,34	2,5	3,1	0,47	16,9
79	0,17	1,3	3,1	0,52	27,1

<sup>1)</sup> viz Materiál a metody / *see Materials and Methods*

<sup>2)</sup> – viz / *see tab. 1*

the incidence angel of light beam 90° immediately after completing wort filtration is considered more significant than the value at 15° as smaller turbidity creating particles are measured (under 0,1 mm). In our set, average values of wort turbidity were at 15° – 1.54 EBC un. and at 90° – 1.43 EBC un. This parameter showed the highest variability of all the evaluated parameters ( $V = 139.5\text{--}147.4$ ), this was mainly due to the German hulless variety Lawina, which had the values of wort turbidity 21.2 and 17.7 EBC un. (see e.g. wort variability in two-rowed hulless varieties – *Tab. 3*). After discarding this variety the variability declined in case of both turbidities (variation coefficient = ca. 9 %).

Minimum value of turbidity at the angel of measuring 90° was 0.45 EBC un. and maximum value was exhibited by the German variety Isotta (9.4 EBC un.) although in all other parameters it reached excellent values (extract = 83.6 %, starch = 64.7 %, apparent final attenuation = 81.4 %, friability = 83.5 % and beta-glucan content in malt = 0.49 %). This confirms the fact that correlation between turbidity and malt quality parameters is basically very weak. It is sometimes presented that [9] wort turbidity does not belong to the parameters affecting beer quality directly, nevertheless barleys providing opalescent worts are eliminated from the collection of varieties preferred by malthouses. As the German authors present [10], usual values of

v čase měření ihned po ukončení filtrace sladiny je podle literárních podkladů považována za významnější, než hodnota při 15°, poněvadž se měří menší zákalotvorné částice (pod 0,1 mm). V našem souboru byly průměrné hodnoty zákalu sladiny při 15° – 1,54 j. EBC a při 90° – 1,43 j. EBC. Tento znak vykazoval nejvyšší proměnlivost ze všech hodnocených parametrů ( $V = 139,5-147,4$ ), a to zejména v důsledku zařazení německé odrůdy bezpluchého ječmene Lawina, u které byly hodnoty zákalu 21,2 a 17,7 j. EBC (viz. např. variabilita zákalu u dvouřadých bezpluchých odrůd – tab. 3). Po vyřazení této odrůdy klesla proměnlivost v případě obou zákalů (variační koeficient = cca 9 %).

Minimální hodnota zákalu při úhlu měření 90° byla 0,45 j. EBC a maximum vykazovala německá odrůda Isotta (9,4 j. EBC) i přesto, že ve všech ostatních parametrech dosáhla vynikajících hodnot (extrakt = 83,6 %, škrob = 64,7 %, stupeň prokvašení = 81,4 %, friabilita = 83,5 % a obsah beta-glukanů ve sladu = 0,49 %). Tato odrůda je důkazem platnosti tvrzení, že korelační vztah mezi zákalem a parametry jakosti sladu v podstatě je velmi slabý. I když se někdy uvádí [9], že zákal sladiny nepatří mezi parametry, které ovlivňují přímo jakost piva, jsou ječmeny, které poskytují opalizující sladiny, vyřazeny ze sortimentu odrůd preferovaných sladovny. Jak uvádějí němečtí autoři [10], obvyklé hodnoty zákalu sladiny se pohybují od 3 do 4 j. EBC, a i když zákal laboratorní sladiny z moučky není v průkazné korelaci k zákalu stékající sladiny v pivovaru, není vyšší zákal vždy znakem špatně rozluštěných sladů, ale často i odrůdovou záležitostí.

Barva je vlastností, která se uplatňuje zejména při výrobě speciálních sladů. Také naše výsledky potvrzovaly poznání [11], že barva sladu je odrůdovou vlastností. Průměrná hodnota barvy sladu v celém souboru byla 2,9 j. EBC, s rozpětím od 2,0 j. EBC (kanadská bezpluchá dvouřadá odrůda AC Alberta) do 4,6 j. EBC (bezpluchá německá odrůda Lawina). Průkazné rozdíly v barvě byly zjištěny mezi skupinami odrůd podle řadovosti klasu a typu pluchatosti obilky (tab. 3). Nejsvětlejší barvu (2,2 j. EBC) měly bezpluché víceřadé ječmeny z Japonska, které se lišily od dvouřadých i víceřadých pluchatých odrůd. Po vyřazení odrůdy Lawina s nejvyšší absolutní hodnotou barvy sladu se od sebe významně lišily nejen skupiny bezpluchých a pluchatých, ale i dvouřadých a víceřadých pluchatých odrůd. Nejvyšší průměrnou barvu sladu (3,26 j. EBC) měly víceřadé pluchaté odrůdy bez ohledu na region původu.

#### 4 ZÁVĚR

Obdobně, jak ukázaly výsledky naší první studie [1], také v případě dalších hodnocených sladovnických parametrů byly nejvyšší hodnoty dosaženy v souboru odrůd z regionu západní a střední Evropy, přičemž skupina odrůd ze západní Evropy byla v rámci evropských odrůd nejméně proměnlivou. Ukazuje se však, že i v sortimentu odrůd ze severní Evropy jsou některé materiály, které by se mohly časem uplatnit v podmínkách České republiky, zejména pokud by se podařilo dořešit nižší úroveň modifikace jejich zrna. S obdobným problémem bychom se mohli setkat i při sladování bezpluchých ječmenů; zde je ovšem vyšší nebezpečí poškození zrna při nevhodné sklizni a další manipulaci. Zdá se, že pro naše pěstební podmínky nebudou přínosem odrůdy z východní Evropy, které kromě vyššího obsahu škrobu nevynikají žádnými dalšími požadovanými sladařskými vlastnostmi, ani dalšími hospodářsky významnými charakteristikami.

#### Poděkování

Výsledky byly zpracovány za finanční podpory projektu MZeČR: „Národní program konzervace a uchování genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity“ a MŠMT – projektů MSM2532885901 a 1M0570.

Lektorovala prof. Ing. Jaroslava Ehrenbergerová, CSc.  
Do redakce došlo  
26. 4. 2007

 **KEG** TECHNIK  
KOUTEK

**PLNICÍ LINKY KEG**

e-mail: [info@keg.cz](mailto:info@keg.cz)

[www.keg.cz](http://www.keg.cz)

wort turbidity vary from 3 to 4 EBC un. And although turbidity of laboratory wort from meal is not in significant correlation to turbidity of running wort in brewery, higher turbidity is not always a mark of badly modified malts, it is often the matter of a variety.

Color is a character that is important mainly in production of special malts. Our results confirmed cognition [11] that malt color is a varietal property. Mean value of malt color in the whole set was 2.9 EBC un. with range from 2.0 EBC un. (Canadian hulless two-rowed variety AC Alberta) to 4.6 EBC un. (German hulless variety Lawina). Significant differences in color were found among the groups of varieties according to the type of ear and percentage of hulls of a caryopsis (Tab. 3). The lightest color (2.2 EBC un.) was found in the hulless six-rowed barleys from Japan which differed from two- and six-rowed hulled varieties. After elimination of the variety Lawina with the highest absolute value of color of malt, not only groups of hulled and hulless but also two and six-rowed varieties differed from each other significantly. Six-rowed hulled varieties had the highest mean color of malt (3.26 EBC un.) regardless the region of their origin.

#### 4 CONCLUSION

Similarly to the results of our first study [1] also in case of additional evaluated malting parameters, the highest values were found in the set of varieties from the region Western and Central Europe; the group from Western Europe was in framework of European varieties the least variable. However also in the collection of varieties from North Europe there are some materials that in future could play role in the conditions of the Czech Republic especially if lower level of modification of their grain was successfully settled. Similar problem could be met also when malting hulless barleys; but here a higher danger of grain damage due to inappropriate harvest and further handling exists. For our growing conditions, varieties from Europe East that except higher starch content do not excel in any other required malting properties or economically significant characters, do not seem to be a contribution.

#### Acknowledgement

The results were worked out with the financial support of the project of Ministry of Agriculture of the CR: "National Program of Preservation and Use of Plant Genetic Resources and Agro-biodiversity" and Ministry of Education, Youth and Sports of the CR – projects MSM2532885901 and 1M0570.

Translated by Vladimíra Nováková

#### Literatura / Literature

1. Milotová, J., Prokeš, J., Vaculová, K.: Sladovnický potenciál nových genetických zdrojů kolekce jarního ječmene, Kvasný Prum. 53, 2007, 3.
2. Analytica EBC – Verlag Hans Carl, Getränke – Fachverlag, Nürnberg, 1998, BRD.
3. Basařová, G. et al: Pivovarsko-sladařská analytika, Merkanta, Praha 1992.
4. Robinson, D. L., Mann, A. D., Digby, P. G. N.: REML – Analysis of large data sets with two or more sources of variation by residual maximum likelihood. Biomathematics & Statistics Scotland, The University of Edinburgh, 1995.
5. Kosař, K., Procházka, S. a kol.: Technologie výroby sladu a piva, VÚPS, Praha, 2000, ISBN 80-902658-6-3.
6. Vaculová, K., Psota, V.: Variabilita sladovnické kvality nových linií bezpluchého ječmene. Kvasný Prum. 50, 2004, 169–173.
7. Prokeš, J.: Velikost částic a zákal sladiny. Závěrečná zpráva, VÚPS, Sladařský ústav Brno, 1997.
8. Prokeš, J.: Velikost částic a zákal sladiny. Závěrečná zpráva, VÚPS, Sladařský ústav Brno, 1999.
9. Silberhumer, H.: Mitteilungen Versuchsst. F.d. Gärungsgew. In Wien, 1990, 9/10, 100.
10. Wackerbauer, K., Zufall, C.: Brauwelt 136, 1996(30), 1404.
11. Stejskalová, Z., Hřivna, L.: Vliv odrůdy ječmene na kvalitu karamelového sladu. Mendelnet 2006, MZLU v Brně.