

# Vztah mezi obsahem škrobu v ječmeni a extraktem sladu

## *The Relationship Between Barley Starch Content and Malt Extract*

IVO HARTMAN<sup>1</sup>, JOSEF PROKEŠ<sup>1</sup>, ALENA HELÁNOVÁ<sup>1</sup>, JIŘÍ HARTMANN<sup>2</sup><sup>1</sup>Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Sladařský ústav, Mostecká 7, CZ-614 00 Brno / *Research Institute of Brewing and Malting, Malting Institute, Mostecká 7, CZ-614 00 Brno*;<sup>2</sup>Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, CZ-656 06 Brno / *Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture Hroznová 2, CZ-656 06 Brno*

e-mail: hartman@beerresearch.cz

**Hartman, I. – Prokeš, J. – Helánová, A. – Hartmann, J.: Vztah mezi obsahem škrobu v ječmeni a extraktem sladu. Kvasny Prum. 56, 2010, č. 11–12, s. 423–427.**

Při hodnocení byly použity vzorky ječmene ze sklizně 2005–2009. Vzorky s vysokým a nízkým obsahem škrobu byly sladovány a byl stanoven extrakt sladu. Cílem bylo vyhodnotit vztah mezi předplodinou, výnosem ječmene, přepadem na síť 2,5 mm, technologickou jakostí ječmene a obsahem škrobu a dále zjistit vliv obsahu škrobu na výtěžnost sladování, obsah extraktu a teoretický výnos extraktu ve sladu na hektar. Obsahu škrobu ovlivňoval statisticky významně obsah extraktu ve sladu a ve svém důsledku i výnos extraktu na hektar. Byla zjištěna statisticky vysoce významná negativní korelace mezi obsahem dusíkatých látek a obsahem škrobu v ječmeni, extraktem sladu a výnosem ječmene.

**Hartman, I. – Prokeš, J. – Helánová, A. – Hartmann, J.: The relationship between barley starch content and malt extract. Kvasny Prum. 56, 2010, No. 11–12, p. 423–427.**

Barley samples from harvest 2005–09 were evaluated. Samples with high and low starch content were malted and malt extract was determined. The aim was to assess the relationship between a previous crop, barley yield, sieving fractions over 2.5 mm, barley technological quality and starch content and further to determine the effect of starch content on malt yield, malt extract and theoretical extract yield in malt per hectare. Starch content affected statistically significantly extract content in malt and thus also extract yield per hectare. Statistically highly significant negative correlation between the content of nitrogenous substances and starch content in barley, malt extract and barley yield was determined.

**Hartman, I. – Prokeš, J. – Helánová, A. – Hartmann, J.: Die Beziehung zwischen dem Stärke- und dem Extraktgehalt im Malz. Kvasny Prum. 56, 2010, Nr. 11–12, S. 423–427.**

Bei der Auswertung wurden die Gerstensorten aus den Ernten von 2000 bis zu 2009 angewandt. Die Gerstenmuster mit einem hohen und einem niedrigen Stärkegehalt wurden gemalt und der Extraktgehalt im Malz festgestellt. Das Ziel der Forschung wurden die Beziehung zwischen der Vorpflanze und Gerstenausbeute, Siebrückstand am Sieb 2,5 mm, technologische Gerstequalität und Stärkeausbeute, den Einfluss des Stärkegehalts auf die Ausbeute des Malzprozesses, den Extraktgehalt im Malz und den theoretischen Extraktgehalt im Malz pro Hektar festzustellen. Der Stärkegehalt hat statistisch den Extraktgehalt im Malz und Extraktausbeute pro Hektar bedeutend beeinflusst. Es wurde statistisch eine hoch bedeutende negative Korrelation zwischen den stickstoffhaltigen Stoffen und dem Stärkegehalt in der Gerste, Malzextrakt und Gerstenausbeute festgestellt.

**Klíčová slova:** ječmen, škrob, slad, extrakt**Keywords:** barley, extract, malt, starch

### 1 ÚVOD

Obsah škrobu v ječmeni není stále zcela doceněn, přestože všechna pivovarsko-sladařská literatura píše o tom, že škrob v ječmeni je základní složkou, která rozhoduje o množství extraktu ve sladu a nelze ho vyrobit a získat jinak, než fotosyntézou [1]. Jedním z důvodů může být i to, že stanovení škrobu v ječmeni metodou polarimetrickou bylo dříve zdoluhavé, a proto také asi nebylo nikdy zatčeno v normě pro hodnocení ječmene.

V současné době lze mimo metody polarimetrické použít metodu infračervené spektroskopie (NIR), která umožňuje stanovení obsahu škrobu v ječmeni, ale i jiných parametrů rychle a nedestruktivně s dostatečnou přesností.

Cílem tohoto sdělení je na základě výsledků sklizní 2005 až 2009 vyhodnotit vliv předplodiny, výnosu ječmene, přepadu na síť 2,5 mm a technologické jakosti ječmene na obsah škrobu a dále zjistit vliv obsahu škrobu na výtěžnost sladování, obsah extraktu a teoretický výnos extraktu ve sladu na hektar.

Škrob je rezervním polysacharidem a zásobárnou živin pro klíček v době jeho klíčení. Vzniká enzymaticky z jednoduchých sacharidů v procesu asimilace CO<sub>2</sub> při fotosyntéze. V cytoplasmě rostlinných buněk je uložen v nerozpustných granulích, jejichž velikost a tvar závisí na rostlinném druhu. Ve zralém zrnu je škrob zastoupen výlučně v endospermu, ale není zde rozmístěn pravidelně.

Škrob se skládá z amylosy (asi 20 %) a z amylopektinu (asi 80 %). Molekulová hmotnost amylosy je 10 000 až 50 000, jodem se barví modře. Amylosa je typickou složkou škrobů obilnin. Ve vodě se rozpouští bez vzniku mazu.

Amylopektin je složen z řetězců (1→4) a vzájemně propojených glukózových zbytků přes (1→6) vazby. Prostorové uspořádání amylopektinu ovlivňuje mazovatění škrobu. Molekulová hmotnost při 6 000

### 1 INTRODUCTION

Starch content in barley has not been fully appreciated yet even though all brewing and malting literature states that “starch in barley is a basic component that decides on the amount of the extract in malt and it cannot be produced and obtained by other means than photosynthesis [1]. One of the reasons may be the fact that determination of starch in barley with the polarimetric method was time demanding and possibly for this reason it has never been included in the standard for barley evaluation.

Today, besides the polarimetric method, also the method of infrared spectroscopy (NIR) can be used. It enables to determine starch content in barley and also other parameters quickly and non-destructively with sufficient accuracy.

The aim of this communication based on results from harvests 2005 to 2009 was to assess the effect of a previous crop, barley yield, sieving fractions over 2.5 mm and barley technological quality on starch content and to determine the effect of starch content on malt yield, malt and theoretical extract yield in malt per hectare.

Starch is a reserve polysaccharide and storage of nutrients for a germ at its germination. It is produced enzymatically from simple saccharides in the photosynthetic assimilation of CO<sub>2</sub>. It is deposited in insoluble granules in the cytoplasm of plant cells, the size and shape of the granules depend on the plant species. Starch in a ripe grain is present only in the endosperm, its distribution is not even.

Starch consists of amylose (ca 20 %) and amylopectin (ca 80 %). Molecular weight of amylose is 10 000 to 50 000, it stains blue with iodine. It is a typical component of cereal starch. It dissolves in water without gelatinizing.

Amylopectin consists of chains of (1→4) and (1→6) mutually linked glucose residues. Space structure of amylopectin affects starch gela-

až 40 000 glukózových jednotkách je 10 x větší, jak u amylosy. Amylopektin se jodem barví červeně až červenofialově [1].

Kunze [2] definuje škrob jako nejdůležitější součást zrna (uvádí hodnoty od 63 do 65 %). Pro tvorbu škrobu je nezbytná činnost asimilace a tvorby glukosy, škrob je ukládán do endospermu zrna ve dvou formách – velká škrobová zrna, kdy uvádí velikost 20 až 30 µm, pro malá zrna uvádí velikost od 1 do 6 µm. Procentické zastoupení velkých a malých škrobových zrn uvádí Mac Gregor (in Kosař, Procházka et al., 2000 [1]). Velká zrna jsou eliptického tvaru a v celkovém počtu zastoupení obsahu škrobu je jich asi 10 %, ale jejich hmotnostní podíl je až 90 %. Tato velká zrna jsou dobře odbouratelná α-amylasou. Malá škrobová zrna jsou tvarem sférická, jejich zastoupení je až 90 %, ale jejich podíl na celkové hmotnosti obsahu škrobu je jen 10 %. Obsahují více amylopektinu a jsou obtížněji odbouratelné [3, 4, 5].

## 2 MATERIÁL A METODY

Pro hodnocení byly využity vzorky zasílané pěstiteli z území celé České republiky. U vzorků ječmene byly podle ČSN 461100-5 stanoveny: vlhkost zrna, přepad zrna na síť 2,5 mm, zrnové příměsi sladařsky nevyužitelné – ZPSN (zrna mechanicky poškozená, zrna fyziologicky poškozená, zrna tepelně poškozená, zrna biologicky poškozená, zlomky zrn a zrna zelená). Dále byly stanoveny zrnové příměsi sladařsky částečně využitelné – ZPSCV (zrna bez pluchy, zrna se zahnědlými špičkami a zrna s osinou nebo její částí), nečistoty a neodstranitelné příměsi. Klíčivost ječmene byla stanovena v peroxidu vodíku (metoda EBC 3.5.2 [6]). Obsah vody, dusíkatých látek a škrobu byl stanoven metodou NIR na přístroji AgriCheck (výrobce Bruins Instrument).

V každém pokusném roce byly vzorky ječmene seříděny podle obsahu škrobu a bylo vybráno deset vzorků s nejnižším a deset vzorků s nejvyšším obsahem škrobu. Tyto vybrané vzorky ječmene byly po ukončení dormance sladovány v laboratorní mikroskladovně VÚPS. Byla použita technologie vzdušného máčení: délka prvního namočení byla určena (asi na 30 % obsahu vody) na 4 hodiny a délka následující vzdušné přestávky byla 20 hodin. Po ukončení vzdušné přestávky následovalo namočení v délce 6 hodin. Druhá vzdušná přestávka byla 18 hodin. Třetí namočení bylo prováděno tak, aby obsah vody ve vymáčeném ječmeni bylo možné jednorázovým dokropením upravit ječmen s obsahem bílkovin do 12,0 % obsahoval 45,0 % obsahu vody. Ječmeny s obsahem bílkovin nad 12,1 % byly upraveny na 46,5 % obsahu vody. Během vzdušných přestávek byly vzorky ječmene podle standardního programu větrány čerstvým, klimatizovaným vzduchem v máčecí skříni. Ječmen byl po dokropení přemístěn do kombinované skříně pro klíčení a hvozdní sladu.

Ječmen klíčil včetně máčení celkem 6 dní při teplotě 14 °C sladu. Klíčení probíhalo při nepřetržitém větrání, nejprve 100% čerstvým, klimatizovaným vzduchem a postupně až s 90% vratným klimatizovaným vzduchem v závěru klíčení. Vzorky byly jedenkrát denně ručně obráceny a kypřeny.

Hvozdní probíhalo na jednolískovém, elektricky vyhřívaném hvozdi 1 x 22 hodin, při teplotě předsušení 55 °C po dobu 12 hodin a při dotahovací teplotě 80 °C po dobu 4 hodiny.

Po ukončení sladování byla stanovena výtěžnost sladování a extraktu sladu (metoda EBC 4.5.1 [6]).

Výpočet teoreticky získaného extraktu sladu v sušině na hektar byl proveden na základě výnosu ječmene na hektar, jeho přepadu na síť 2,5 mm, obsahu vody ječmeni, výtěžnosti sladování a extraktu sladu v sušině.

Výsledky byly hodnoceny analýzou rozptylu s následným testováním významnosti jednoduchých kontrastů. Homogenní skupiny úrovní jednotlivých faktorů jsou označeny písmeny a, b, c, d. Dále byla pro-

tinization. Molecular weight at 6 000 to 40 000 glucose units is 10 x higher than in amylose. Amylopectin stains red to red violet with iodine [1].

Kunze [2] defined starch as the most important grain component (he gives values from 63 to 65 %). Assimilation and glucose formation are principal for formation of starch, starch is deposited in the grain endosperm in two forms – large starch granules (size from 20 to 30 µm) and small granules (size from 1 to 6 µm). Percentage representation of large and small starch granules is given by Mac Gregor (in Kosař, Procházka et al., 2000 [1]). The large granules are of elliptic shape and although they represent only ca 10 %, of the total starch content, their weight portion is as high as 90 %. These large granules are readily degraded by α-amylase. Small starch granules are of spherical in shape, they represent about 90 % of the total starch but account for only 10 % of the total starch weight. They contain more amylopectin and they are degraded with more difficulties [3, 4, 5].

## 2 MATERIAL AND METHODS

Samples sent by growers from the whole territory of the Czech Republic were used for the evaluation. According to the standard ČSN 461100-5 following parameters were determined: grain moisture, sieving fractions over 2.5 mm, grain admixtures non usable in malting – ZPSN (mechanically physiologically, thermally and biologically damaged grains, grain fractions and green grains). In addition, grain admixtures partially usable in malting were determined – ZPSCV (grains without husk, grains with black tips and grains with an awn or part of an awn), impurities and non-removable admixtures. Germination capacity of barley was determined in hydrogen peroxide (the EBC method 3.5.2 [6]). Moisture content, nitrogenous substances and starch contents were determined with the NIR method using the apparatus AgriCheck (producer: Bruins Instrument).

In each trial year barley samples were grouped according to the starch content and ten samples with the lowest and ten samples with the highest starch content were selected. These selected barley samples were after completing dormancy malted in the laboratory micro malting plant of the RIBM. The following method of air steeping was used: the length of the first steeping was set to four hours (ca to 30 % of water content) and length of the following air rest was 20 hours. The air rest was followed by six-hour steeping. The second air rest took 18 hours. The third steeping was carried out so that water content in the steeped barley could be adjusted by single spraying and barley with protein content to 12.0 % contained 45.0 % of water content. Barleys with protein content above 12.1 % were adjusted to 46.5 % of water content. During the air rests, barley samples were aerated with fresh, conditioned air in the steeping box according to standard program. After spraying, barley was transferred to a combined box for malt germination and kilning.

The barley germinated, including steeping, totally 6 days at malt temperature of 14 °C. Germination proceeded at continuous aerating, at first with 100% fresh, air conditioned air and gradually even with 90% of the reversed conditioned air at the end of germination. The samples were manually turned over and hoed once a day.

Kilning proceeded on one-floor electrically heated kiln for 1 x 22 hours, at the pre-kilning temperature 55 °C for 12 hours and at kilning temperature 80 °C for 4 hours.

After malting, malt yield and malt extract were determined (EBC method 4.5.1 [6]).

Calculation of the theoretically obtained malt extract in dry matter per hectare was performed based on the barley yield per hectare, sieving fractions over 2.5 mm, water content, yield of malting and malt extract in dry matter.

Tab. 1 Hlavní ukazatele kvality ječmene ze sklizně 2005–2009 / Principal parameters of barley quality from harvest 2005–2009

Rok / Year	Přepad na síť 2,5 mm / Sieving fractions over 2.5 mm (%)	ZPSN (%)	ZPSCV (%)	Obsah NL / NS content (%)	Obsah škrobu / Starch content (%)	Klíčivost / Germination capacity (%)
2005	83.2	1.9	5.13	11.1	63.7	97.9
2006	74.3	13.6	2.2	11.5	62.8	94.0
2007	79.7	1.5	4.3	12.7	60.7	98.0
2008	84.4	1.4	3.8	11.6	64.3	97.7
2009	80.6	1.3	9.4	11.8	63.8	98.2

Tab.2 Analýza rozptylu a odhady komponent rozptylu / *Analysis of variance and variance component*

Zdroj proměn. / Source of variability	Stupeň volnosti / Degree of freedom	Průměrný čtverec/ Mean square	Odhad komponent rozptylu / Estimation of variance component		
			Abs.	Rel. (%)	s.e.
Výnos ječmene/ Barley yield					
Rok / Year	4	7.86***	0.32	15.90	0.27
Skupina škrobu / Group of starch	1	19.06***	0.34	16.91	0.52
Předplodina / Previous crop	4	1.13	0.00	0.00	0.05
Pokusná chyba / Residual error	90	1.35	1.35	67.19	0.20
Přepad na síť 2,5 mm / Sieving fractions over 2.5 mm					
Rok / Year	4	376.88***	16.51	20.33	13.52
Skupina škrobu / Group of starch	1	752.34***	12.95	15.94	19.78
Předplodina / Previous crop	4	20.99	0.01	0.01	2.09
Pokusná chyba / Residual error	90	52.59	51.78	63.73	7.63
Obsah dusíkatých látek / Content of nitrogenous substances					
Rok / Year	4	12.89***	0.58	12.84	0.44
Skupina škrobu / Group of starch	1	144.91***	2.87	63.87	4.09
Předplodina / Previous crop	4	0.40	0.00	0.00	0.04
Pokusná chyba / Residual error	90	1.05	1.05	23.29	0.15
Obsah škrobu / Starch content					
Rok / Year	4	33.79***	1.70	20.37	1.22
Skupina škrobu / Group of starch	1	289.37***	6.19	74.1	8.77
Předplodina / Previous crop	4	0.83	0.00	0.00	0.02
Pokusná chyba / Residual error	90	0.44	0.46	5.53	0.07
Výtěžnost sladování / Malt yield					
Rok / Year	4	26.11***	1.21	40.78	0.92
Skupina škrobu / Group of starch	1	6.46	0.08	2.76	0.16
Předplodina / Previous crop	4	0.66	0.00	0.01	0.07
Pokusná chyba / Residual error	90	1.69	1.68	56.46	0.25
Extrakt sladu / Malt extract					
Rok / Year	4	24.89***	1.23	17.86	0.92
Skupina škrobu / Group of starch	1	203.69***	4.19	60.95	5.97
Předplodina / Previous crop	4	0.33	0.00	0.00	0.06
Pokusná chyba / Residual error	90	1.48	1.46	21.18	0.22
Výnos extraktu / Extract yield					
Rok / Year	4	3.57***	0.15	17.17	0.12
Skupina škrobu / Group of starch	1	10.81***	0.20	22.93	0.30
Předplodina / Previous crop	4	0.80	0.02	2.00	0.04
Pokusná chyba / Residual error	90	0.49	0.50	57.91	0.07

vedena korelační analýza vztahu mezi jednotlivými sledovanými ukazateli. Jako zdroj proměnlivosti byly hodnoceny pokusné roky (2005–09), skupina vzorků škrobu (s nízkým a vysokým obsahem škrobu v ječmeni) a předplodina (obilnina, okopanina, olejní, jetelovina, jiná). Podíl variability jednotlivých faktorů u hodnocených parametrů byl vyjádřen komponentami rozptylu. K hodnocení byl použit statistický software REML 3.5.

### 3 V SLEDKY

Přehled hlavních ukazatelů kvality ječmene za roky 2005–2009 je uveden v tab. 1. Ročník sklizně 2005 lze charakterizovat jako dobrý (u porostů sklizených do 15. srpna), ječmen sklizený později měl vyšší obsah zrn fyziologicky poškozených a zahnělých špiček [7]. V roce 2006 se nedostatek vody projevil v nižším výnosu, v menším zrnu a v nižším obsahu škrobu. Obsah bílkovin byl příznivý. Délétrvající deštové srážky v měsíci srpnu způsobily výrazné porůstání zrna, a to i u porostů, které nepolehly [8]. Rok 2007 se suchým jarem se projevil nízkým výnosem, zrno bylo bez fyziologického a biologického poško-

The results were evaluated with the analysis of variance and subsequent testing of significance of the simple contrasts. The homogeneous groups of the levels of the individual factors are marked with the letters a, b, c, d. In addition, the correlation analysis of the relationship between the individual parameters was conducted. Testing years (2005–09), were evaluated as a source of variability, group of starch samples (with low and high starch content in barley) and a previous crop (cereal, root and tuber crops, oil crop, perennial leguminous fodder crops, etc). Ratio of the variability of the individual factors in the parameters assessed was expressed by variance components. Statistic software REML 3.5 was used for the evaluation.

### 3 RESULTS

Tab. 1 gives a survey of main parameters of barley quality for 2005–2009. Harvest year 2005 can be characterized as good (in growths harvested to August 15.), barley harvested later had a higher content of physiologically damaged grains and black tips [7]. In 2006 lack of water was reflected in lower yield, minor grain and lower starch con-

Tab. 3 Průměrné hodnoty sledovaných parametrů / Mean values of the studied parameters

	n	Výnos ječmene / Barley yield	Přepad na síť 2,5 mm / Sieving fractions over 2.5	Obsah dusíkatých látek / Content of nitrogenous substances	Obsah škrobu / Starch content	Výtěžnost sladování / Malt yield	Extrakt sladu / Malt extract	Výnos extraktu / Extract yield
Jednotka / Unit		t.ha <sup>-1</sup>	%	%	%	%	%	t.ha <sup>-1</sup>
<b>Rok / Year</b>								
2005	20	4.11 <sup>ab</sup>	86.57 <sup>ab</sup>	11.13 <sup>a</sup>	63.59 <sup>c</sup>	89.93 <sup>ab</sup>	81.67 <sup>cd</sup>	2.59 <sup>ab</sup>
2006	20	4.90 <sup>b</sup>	91.86 <sup>b</sup>	11.12 <sup>a</sup>	62.77 <sup>b</sup>	92.15 <sup>d</sup>	82.76 <sup>d</sup>	2.99 <sup>b</sup>
2007	20	3.27 <sup>a</sup>	83.55 <sup>a</sup>	13.05 <sup>c</sup>	60.86 <sup>a</sup>	91.17 <sup>cd</sup>	79.76 <sup>a</sup>	2.11 <sup>a</sup>
2008	20	4.60 <sup>b</sup>	92.88 <sup>b</sup>	12.09 <sup>b</sup>	64.21 <sup>d</sup>	90.86 <sup>bc</sup>	81.08 <sup>bc</sup>	2.77 <sup>b</sup>
2009	20	4.57 <sup>b</sup>	83.99 <sup>a</sup>	12.24 <sup>bc</sup>	63.59 <sup>c</sup>	89.12 <sup>a</sup>	80.50 <sup>ab</sup>	1.99 <sup>a</sup>
<b>Skupina škrobu / Group of starch</b>								
Vysoký obsah škrobu / High starch content	50	4.73 <sup>a</sup>	90.56 <sup>a</sup>	10.70 <sup>a</sup>	64.73 <sup>a</sup>	90.91 <sup>a</sup>	82.60 <sup>a</sup>	2.82 <sup>a</sup>
Nízký obsah škrobu / Low starch content	50	3.85 <sup>b</sup>	84.98 <sup>b</sup>	13.15 <sup>b</sup>	61.28 <sup>b</sup>	90.39 <sup>a</sup>	79.70 <sup>b</sup>	2.15 <sup>b</sup>

zení. Ječmen měl vyšší obsah bílkovin a nižší obsah škrobu [9]. Dobrý výnos, množství a kvalita sklizně v roce 2008 byly pozitivně ovlivněny časným setím, dlouhou dobou vegetace, dobrým zdravotním stavem porostů a příznivým průběhem sklizně [10]. Rok 2009 se vyznačoval tím, že ječmen měl mírně nadprůměrný obsah bílkovin a průměrný obsah škrobu a vyšší obsah zahnědlých špiček [11].

Z tabulky analýzy variance (tab. 2) je patrné, že statisticky významným zdrojem variability u všech sledovaných parametrů byl rok sledování a skupina škrobu (s výjimkou výtěžnosti sladování). Vliv předplodiny na sledované parametry nebyl prokázán. Důvodem pro statistickou nevýznamnost tohoto faktoru může být různá četnost jednotlivých druhů předplodin (obilnina 66, okopanina 20, olejníka 11, jetelovina 2, jiné 1). Průměrné hodnoty sledovaných parametrů a homogenní skupiny úrovní jednotlivých faktorů jsou uvedeny v tab. 3.

Pomocí korelační analýzy (tab. 4) byl zjištěn pozitivní statisticky vysoce významný vztah mezi obsahem škrobu, výnosem ječmene, jeho přepadem na síť 2,5 mm a extraktem sladu. Výše výnosu tak může být indikátorem signalizujícím úroveň přepadu a tím i sladovnický využitelného ječmene, příznivého extraktu sladu a nižšího obsahu dusíkatých látek v ječmeni.

Dále z tabulky vyplývá negativní statisticky vysoce významná korelace mezi obsahem dusíkatých látek a obsahem škrobu v ječmeni, nižším extraktem sladu a výnosem ječmene.

tent. Protein content was favorable. Longer period of precipitations in August also caused significant sprouting of grain in the growths that did not lodge [8]. Dry spring in 2007 resulted in low yield, grain was without any physiological and biological damage. Barley had higher protein content and lower starch content [9]. Good yield, quantity and quality of harvest in 2008 were positively affected by early sowing, long vegetation period, good health state of the growths and favorable course of harvest [10]. In 2009 barley was characterized by mildly above average content of proteins and average starch content and higher content of black tips [11].

The table of analysis of variance (Tab.2) shows that the tested year and starch group were statistically significant sources of variability in all the followed parameters (with the exception of malt yield). The effect of a previous crop on the studied parameters was not proved. The reason of the statistical non significance of this factor can be a frequency of the individual previous crops (cereal 66, root and tuber crops 20, oil crop 11, perennial leguminous fodder crops 2, others 1). Mean values of the studied parameters and homogeneous groups of the levels of the individual factors are given in Tab. 3.

The correlation analysis (Tab. 4) found a positive, statistically highly significant relationship between the starch content, barley yield, sieving fractions over 2.5 mm and malt extract. Therefore, the level of yield can be an indicator signaling the level of sieving fractions over

Tab. 4 Korelační koeficienty mezi jednotlivými parametry / Correlation coefficients between the individual parameters

	Obsah škrobu / Starch content	Výnos ječmene / Barley yield	Přepad na síť 2,5 mm / Sieving fractions over 2.5	Obsah dusíkatých látek / Content of nitrogenous substances	Výtěžnost sladování / Malt yield	Extrakt sladu / Malt extract
Výnos ječmene / Barley yield	0.46***					
Přepad na síť 2,5 mm / Sieving fractions over 2.5 mm	0.40***	0.38***				
Obsah dusíkatých látek / Nitrogenous substances content	-0.79***	-0.51***	-0.45***			
Výtěžnost sladování / Malt yield	0.04	0.22*	0.38***	-0.28**		
Extrakt sladu / Malt extract	0.74***	0.55***	0.54***	-0.91***	0.35***	
Výnos extraktu / Extract yield / ha	0.44***	0.86***	0.57***	-0.59***	0.44***	0.67***



Z hlediska sladařského je také zajímavý výsledek vztahu výtěžnosti a obsahu dusíkatých látek v ječmeni. Tato statisticky významná negativní korelace potvrzuje obavy z ročníků s vyšším obsahem bílkovin jako ukazatele snížené výtěžnosti sladování a extraktivnosti sladu a tím také zhoršené ekonomické parametry výroby sladu [9]. Tyto výše uvedené skutečnosti ukazují potřebu doplnit normu ČSN 461100-5 o hodnocení obsahu škrobu v ječmeni.

#### 4 ZÁV R

Lze konstatovat, že výsledky hodnocení ročníků 2005–09 a jejich statistické zpracování potvrdily, že stanovení obsahu škrobu v ječmeni patří k významným parametrům jakosti ječmene. Byl prokázán vliv ročníku jako zdroje proměnlivosti hodnot výnosu ječmene, přepadu na síť 2,5 mm, obsahu dusíkatých látek, extraktu, výtěžnosti sladování a výnosu extraktu na hektar. Vliv předplodiny nebyl prokázán. Obsah škrobu ovlivňoval statisticky významně obsah extraktu ve sladu a ve svém důsledku i výnos extraktu na hektar. Byla zjištěna statisticky vysoce významná negativní korelace mezi obsahem dusíkatých látek a obsahem škrobu v ječmeni, extraktem sladu a výnosem ječmene.

#### Poděkování

Výsledky byly získány v rámci řešení projektu NAZV QG 50041 Faktory kvality a bezpečnosti potravinářských obilovin.

*Recenzovaný článek / Reviewed paper*

*Do redakce došlo / Manuscript received: 10. 9. 2010*

*Přijato k publikování / Accepted for publication: 14. 10. 2010*

#### LITERATURA / REFERENCES

1. Kosař, K., Procházka, S., et al: Technologie výroby sladu a piva. VÚPS, Praha, 2000. ISBN 80-902658-6-3
2. Kunze, W: Technologie Brauer und Mälzer, Berlin, 1994, ISBN 3-921-690-31-5.
3. Psota, V., Bohačenko, I., Pytela, J., Vydrová, H., Chmelík, J: Determination of size distribution of barley starch granules using low angle laser light scattering. Rostlinná výroba **46**, 2000, 433–436, 2000.
4. Psota, V., Bohačenko, I., Hartman, J., Budinská, M., Chmelík, J.: Comparison of the GFFF and LALLS Methods for the Measurement of Starch Granule Size Distribution in Spring Barley Caryopses. J. Inst. Brew. **108**, 2002, 200–203.
5. Psota, V., Bohačenko, I., Chmelík, J., Hartmann, J: Starch granule size distribution in caryopses of selected varieties of spring barley. Monatsschr. Brauwiss. **57**, 2004, 8–12.
6. EBC Analysis Committee: Analytica-EBC, Verlag Hans Carl Gröschel-Fachverlag, Nürnberg, 2009. ISBN 3-418-00759-7
7. Prokeš, J.: Parametry jakosti sladovnického ječmene sklizně 2005 v ČR. Kvasny Prum. **51**, 2005, 391–393.
8. Prokeš, J.: Parametry jakosti sladovnického ječmene sklizně 2006 v ČR. Kvasny Prum. **52**, 2006, 355–358.
9. Prokeš, J.: Jakost sladovnického ječmene sklizně 2007 v ČR. Kvasny Prum. **54**, 2008, 14–16. Prokeš, J., Helánová A: Jakost sladovnického ječmene sklizně 2008 v Česku. Kvasny Prum. **55**, 2009, 9–15.
10. Hartman, I., Prokeš, J., Helánová, A: Jakost sladovnického ječmene sklizně 2009 v České republice. Kvasny Prum. **56**, 2010, 10–17.

2.5 mm and barley usable for malting, favorable malt extract and lower content of nitrogenous substances in barley.

Further, the table also shows a negative, statistically highly significant correlation between the content of nitrogenous substances and starch in barley, lower malt extract and barley yield.

The result of the relationship between yield and content of nitrogenous substances in barley is also interesting from the malting point of view. This statistically significant negative correlation confirms concerns about years with higher protein content as an indicator of lowered yield of malt and thus worsened economic parameters of malt production [9]. These facts confirm the claim to amend the standard ČSN 461100-5 with the evaluation of starch content in barley.

#### 4 CONCLUSIONS

It is possible to state that the results obtained from the evaluation of years 2005–2009 and their statistical processing confirmed that the determination of starch content in barley belongs to the most significant barley quality parameters. The effect of year as a source of variability on barley yield, sieving fractions over 2.5 mm, content of nitrogenous substances, extract, malt yield and extract yield per hectare was proven. The effect of the previous crop was not confirmed. Starch content affected statistically significantly extract content in malt and thus also extract yield per hectare. Statistically highly significant negative correlation between the content of nitrogenous substances and starch content in barley, malt extract and barley yield was determined.

#### Acknowledgements

The present results were obtained within solution of the project of NAZV Quality and safety factors of food cereals (identification number QG 50041).

*Translated by Mgr. Vladimíra Nováková*

### Sdružení přátel piva udělovalo ceny

Symbolicky v 11. hodin 11 minut dne 11. 11. 2010 vyhlásilo v Brně Sdružení přátel piva svou tradiční kolekci ocenění za rok 2010. Podle předsedy sdružení, které je od roku 2005 členem EBCU (Evropské sdružení pivních konzumentů), Tomáše Erlicha je SPP v současnosti jedinou spotřebitelskou pivní soutěž v zemi. Stále více se v ní prosazují minipivovary.

#### Přehled oceněných:

**Pivovar roku:** Pivovar Chotěboř s. r. o.

**Sládek roku:** Oldřich Záruba (pivovar Chotěboř s. r. o.)

**Minipivovarem roku:** Pivovar Matuška Broumy.

**Desítka roku:** Břežňák (Heineken ČR, pivovar Velké Březno)

**Jedenáctka roku:** Žatec Premium (Žatecký pivovar, spol. s r. o.)

**Dvanáctka roku:** Koutská světlá dvanáctka (Pivovar a sodovkárna Kout na Šumavě)

**Speciál roku:** Primátor Exkluziv (16%) (Primátor a. s., Náchod)

**Svrchně kvašené pivo roku:** pšeničné pivo (Pivovar Matuška Broum)

**Tmavé pivo roku:** Bohemian black lager (Pivovar Herold Březnice, a. s.)

**Polotmavé pivo roku:** Primátor (Primátor a. s., Náchod)

**Nealkoholické pivo roku:** Bernard Free (Rodinný pivovar Bernard a. s.)