

## SROVNÁNÍ JAKOSTI JARNÍHO JEČMENE SKLIZNĚ ROKU 2000 A 2004

### COMPARISON OF SPRING BARLEY QUALITY FROM HARVEST 2000 AND HARVEST 2004

JOSEF PROKEŠ, VÚPS Praha, a.s., Sladařský ústav, Mostecká 7, CZ-61400, Brno / *Research Institute of Brewing and Malting, Malting Institute, Mostecká 7, CZ-61400, Brno*, e-mail: prokes@brno.beerresearch.cz

**Prokeš, J.: Srovnání jakosti jarního ječmene sklizně roku 2000 a 2004.** Kvasny Prum. 51, 2005, č. 6, s. 195–201.

Jakost sladovnického ječmene dané sklizně je ve VÚPS Praha, a.s., Sladařském ústavu v Brně každoročně ověřována již po dlouhou řadu let. V článku je provedeno srovnání výsledků získaných ze sklizní 2000 a 2004, které byly – každé z jiného pohledu – problematické. Sklizeň 2000 byla z hlediska sklizeného množství, průměrného výnosu a technologické jakosti ječmene hodnocena jako nejhorší sklizeň za posledních 40 let. Sklizeň 2004 byla vynikající po stránce produkce a průměrného hektarového výnosu, bohužel technologická jakost sklizeného ječmene byla problematická až nevyhovující, zejména kvůli nízkému obsahu bílkovin.

Jakost ječmene sklizní roku 2000 a roku 2004 ukazuje, jak silný byl vliv ročníku na jakost ječmene. V článku je uveden vliv obsahu bílkovin na vlastnosti a jakost ječmene, na výtěžnost sladování a náklady na hvozdní. Podle dosažených technologických podmínek je proveden výpočet a srovnání množství vody, které je nutno odpařit ze zeleného sladu. Dále jsou diskutovány vztahy mezi parametry sladu – extrakt, obsah bílkovin, obsah rozpustného dusíku, Kolbachovo číslo, a míra jejich vzájemného ovlivňování. V samostatné tabulce je srovnána jakost sklizně ječmene, sladu a množství vyrobeného piva pro sklizeň roku 2000 a roku 2004.

Je dokázáno, že vstupní jakost sladovnického ječmene jednoznačně ovlivňuje výrobu sladu a výrazně ovlivňuje výrobu a jakost piva.

**Prokeš, J.: Comparison of spring barley quality from harvest 2000 and harvest 2004.** Kvasny Prum. 51, 2005, No. 6, p. 195–201.

Quality of malting barley of given harvest is proved in RIBM, Plc., Malting Institute Brno, every year for a long time. There is comparison of results from 2000 and 2004 harvests, which were – every from different point of view – problematic, presented in the article. From the aspect of the harvested amount, average yield and barley technological quality, the harvest 2000 was evaluated as the worst harvest over last 40 years. Harvest 2004 was outstanding in terms of production and average hectare yield, unfortunately the technological quality of the harvested barley was problematic or even unsatisfactory, especially because of low protein content.

Quality of barley harvest of the years 2000 and 2004 shows how strong the effect of the year on the barley quality was. The article demonstrates the effect of protein content on the barley quality and properties, malt yield and costs of kilning. According to the achieved technological conditions, calculation and comparison of water amount that is necessary to evaporate from green malt are presented. In addition the article presents relations among the malt parameters – extract, proteins, soluble nitrogen and Kolbach index and degree of their mutual interaction. Separately in the table quality of barley, malt and amount of the beer produced for the harvest 2000 and 2004 are compared.

It is proved that input quality of malting barley explicitly affects malt production and significantly influences beer production and quality.

**Prokeš, J.: Der Qualitätsvergleich der Sommergerstenernten in den Jahren 2000 und 2004.** Kvasny Prum. 51, 2005, Nr. 6, S. 195–201.

Schon viel Jahren wird die Malzgerstenqualität in Forschungsin-

stitut für Brauereien und Mälzereien Praha, und zwar in seinem Malzinstitut mit dem Sitz in der Stadt Brno regelmässig verfolgt. In diesem Artikel wird ein Vergleich der Auswertung von zweien verschiedenen Malzgerstenernten in den Jahren 2000 und 2004 angeführt. Die beide Ernten waren von verschiedenen Gesichtspunkten auch problematisch.

Im Jahre 2000 wurde die Ernte vom Gesichtspunkt der Menge, des Durchschnittsertrages und der technologischen Gerstenqualität aus als die allerschlimmste in den letzten 40 Jahren ausgewertet. Im Jahre 2004 war der Durchschnittsertrag und die Gerstenmenge sehr gut, leider die technologische Gerstenqualität blieb problematisch und gegen einen sehr niedrigen Eisweißgehalt auch ungenügend.

Der Vergleich der Gerstenqualität von beiden Ernten in den Jahren 2000 und 2004 zeigt, wie stark der Einfluß des Jahrganges war. In diesem Artikel wurde der Eiweißgehaltseinfluß auf die Gersteneigenschaften – Qualität, Malzsaubeute und Darrenkosten angeführt. Laut technologischen Bedingungen wurde eine Berechnung und Vergleich der Wassermenge, die aus dem Grünmalz abzudampfen ist, durchgeführt. Weiterhin wurden die Beziehungen unter folgenden Parametern Malz-Extrakt, Eiweißgehalt, löslicher Stickstoffgehalt, Kolbachzahl und ihre wechselseitige Wirkung diskutiert. In einer Tabelle wurden die Gersten-, Malzqualität und die hergestellte Biermenge in den Jahren 2000 und 2004 dargestellt.

Es kann bewiesen werden, dass die Malzqualität eindeutig den Herstellungsprozess und die Bierqualität wesentlich beeinflusst.

**Прокеш, Й.: Сравнение качества ярового ячменя урожая 2000 и 2004 гг.** Kvasny Prum. 51, 2005, No. 6, стр. 195–201.

Качество пивоваренного ячменя урожая данного года проверяется ежегодно в НИИ по пиву и солоду в Праге и НИИ по солоду в городе Брно. В статье приводится сравнение результатов урожая 2000 и 2004 гг., которые оказались проблематичными, хотя бы с разных точек зрения. Урожай ячменя 2000 г. оценивается с точки зрения количества, средней урожайности и его технологического качества самым плохим за последних 40 лет. Урожай 2004 г. обозначается превосходным с точки зрения продукции и средней урожайности из гектара, к сожалению, его технологическое качество оказалось проблематичным, даже неудовлетворительным, особенно из-за низкого содержания белков.

На качество ячменя урожая 2000 и 2004 гг. повлиял решительным образом год данного урожая. В статье приводится влияние содержания белков на свойства и качества ячменя, на выработку солодоращения и затраты на сушку.

По достигнутому технологическим условиям проводится расчет и сравнение количества воды, которое необходимо испарить из зеленого солода. Далее рассматриваются отношения между параметрами солод и экстракт, содержание белков, содержание растворимого азота, число Кольбаха и меры их взаимовлияния. В таблице сравнивается качество урожая ячменя, солода и количество пива, изготовленного из ячменя урожая 2000 г. и 2004 г.

Доказано, что исходное качество пивоваренного ячменя влияет на производство солода и выразительным образом влияет на производство и качество пива.

**Keywords:** barley, malt, beer, harvest, quality

**Klíčová slova:** ječmen, slad, pivo, sklizeň, kvalita

#### 1 ÚVOD

Cílem článku je na základě výsledků získaných ze sklizně 2000 a ze sklizně 2004, tj. parametrů jakosti ječmene, průběhu mikroskladování a parametrů jakosti sladu, odvodit technologické a ekonomické dopady na výrobu sladu a piva. Byly k tomu použity modelové výpočty, používané jak sladaři (např. výtěžnost sladování a spotřeba tepla při hvozdní), tak i pivovárníky (např. výtěžnost varního procesu a složení sladin a mladiny).

#### 1 INTRODUCTION

The aim of the article is, based on the results obtained from the harvest 2000 and harvest 2004, i.e. barley quality parameters, course of micromalting and malt quality parameters, to determine technological and economic impacts on malt and beer production. Model, but in practice applied, calculations were used. They are used both by malsters (e.g. malt yield and heat consumption at kilning) and brewers (e.g. brewing process yield and wort and hopped wort composition).

Jakost sladovnického ječmene dané sklizně je ve VÚPS Praha, a. s., Sladařském ústavu v Brně každoročně ověřována. Vzorky ječmene, které jsou dodávány výrobcí sladu, vypovídají o zastoupení jednotlivých pěstovaných odrůd ječmene, o jakosti sklizeného ječmene a jakosti sladu. Jejich vypovídací schopnost je ještě zesílena skutečností, že vzorky pocházejí od tradičních pěstitelů (dodavatelů) sladovnického ječmene, což zajišťuje opakovatelnost provenience a podmínek pěstování.

Výrazně odlišná jakost ječmenů ročníků sklizně 2000 a sklizně 2004 plně ukazuje, jak může být dominantní vliv ročníku, zejména, jdou-li po sobě v tak krátkém časovém sledu. Jakost a problematika sklizně 2000 byla dostatečně zveřejněna v časopisech i v přednáškách [1, 2, 3, 4, 5, 6], od roku 2001 bylo hodnocení jakosti ječmene sklizně celoplošně prováděno i v rámci projektu NAZV při MZe ČR, ev. č. QC 1096 [7]. Obdobně i hodnocení sklizně roku 2004 bylo publikováno [8, 9, 10, 11, 12].

Sklizeň 2000 byla z hlediska sklizeného množství, průměrného výnosu a technologické jakosti ječmene hodnocena jako nejhorší sklizeň za posledních 40 let. Sklizeň 2004 byla vynikající po stránce produkce a průměrného hektarového výnosu, bohužel technologická jakost sklizeného ječmene byla problematická až nevyhovující.

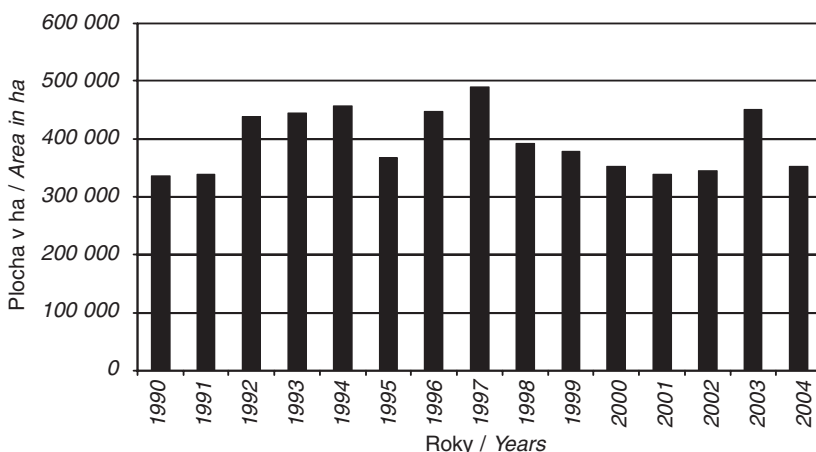
Srovnání bývá většinou prováděno mezi standardním a jiným průběhem procesu nebo získaných odlišných výsledků. Tato podmínka je zde splněna v případě srovnání množství sklizně ječmene a průměrného hektarového výnosu v letech 2000 a 2004. Ale na rozdíl od literárních údajů a dlouholetých zkušeností vysoký výnos ječmene v r. 2004 nekoresponduje s vysokou jakostí sladovnického ječmene. Přesto získané výsledky hodnocení jakosti sklizní umožňují srovnání dopadu výrazně odlišné jakosti ječmene na výrobu sladu a výrobu piva

Quality of malting barley harvest is checked in the RIBM, Plc, Malting Institute Brno every year. We can state that barley samples delivered every year by malt producers reflect distribution of barley varieties grown, quality of barley harvest and malt. This is underlined by the fact that the samples even come from the traditional growers (suppliers) of malting barley, which ensures repeatability of a provenience and growing conditions.

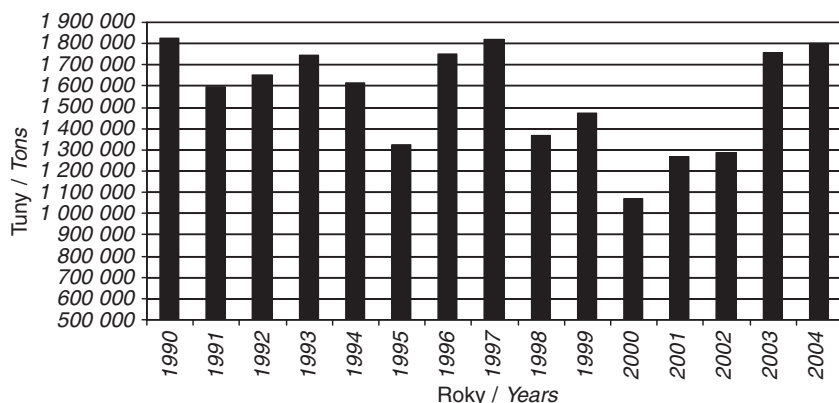
Significantly different quality of harvest year 2000 and harvest 2004 fully shows how dominating the effect of years can be, especially if the years follow each other within a short time sequence. Quality and problems of harvest 2000 have been sufficiently published in magazines and lectures [1,2,3,4,5,6], since 2001 barley harvest quality evaluation has been carried out also in the framework of the project NAZV at the MA CR, reg. no. QC 1096 [7]. Evaluation of harvest 2004 has been published in a similar manner [8,9,10,11,12].

Difference of the above mentioned harvest years can be briefly

Obr. 1 / Fig.1 Plocha osetá ječmenem jarním v letech 1990–2004 / Area under spring barley in 1990–2004



Obr. 2 / Fig.2 Množství sklizeného ječmene 1990–2004 / Harvested barley 1990–2004



characterized in a following way. From the aspect of the harvested amount, average yield and barley technological quality, the harvest 2000 was evaluated as the worst harvest over last 40 years. Harvest 2004 was outstanding in terms of production and average hectare yield, unfortunately the technological quality of the harvested barley was problematic or even unsatisfactory.

The comparison is usually performed between standard and different course of process or different obtained results. This condition is fulfilled here in case of comparison of the harvested amount and average yield in 2000 and 2004. But, in contrast to references and long time experience, the high yield of barley in 2004 does not correspond with high quality of malting barley. Nevertheless, the results of harvest quality evaluation allowed to compare influence of significantly diverse quality of barley on malting and brewing process.

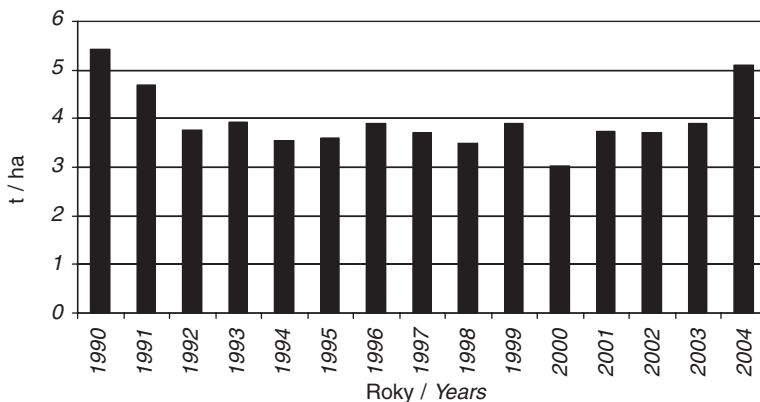
## 2 MATERIÁL

Velikost osevní plochy a produkce sladovnického ječmene v letech 1990–2004 značně kolísá (obr. 1 a 2). Průměrný hektarový výnos byl v tomto období téměř vždy okolo 4 tun. Výjimkou byly roky vymezující toto období, tj. rok 1990 a 2004, kdy byl průměrný hektarový výnos nad 5 tun. Na druhé straně ročník 2000 se do historie zapsal jako ročník s nejnižším průměrným hektarovým výnosem za posledních 40 let (obr. 3).

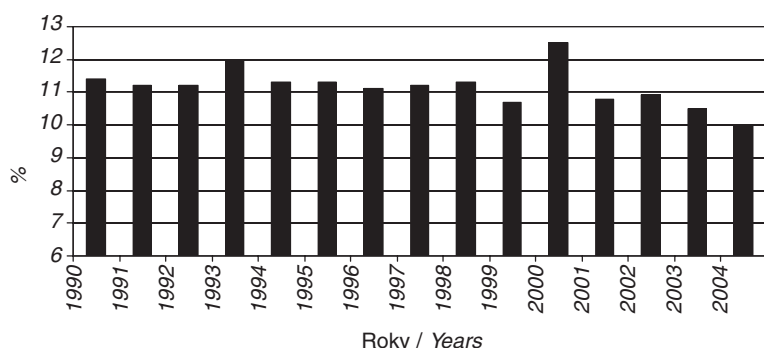
Obr. 4 ukazuje průměrné hodnoty obsahu bílkovin v ječmeni.

Toto období bylo určitě ovlivněno změnami v majetkových vztazích, změnami hospodaření, např. i novou technologií pěstování cukrovky. Projevil se i nepříznivý průběh zimy 2002–2003 a následně neplánované setí jarního ječmene. Mezi dalšími skutečnostmi lze uvést ekonomické faktory.

Obr. 3 / Fig.3 Průměrný výnos ječmene jarního v letech 1990–2004 / Average yield of spring barley in 1990–2004



Obr. 4 / Fig. 4 Průměrný obsah bílkovin v ječmeni jarním v letech 1990–2004 / Average protein content (%) of spring barley in 1990–2004



V tab. 1 jsou pro lepší orientaci uvedeny hodnoty z obr. 1–4 pro rok 2000 a 2004.

Tab. 2 ukazuje odrůdovou skladbu ječmene v letech 2000 a 2004. Je patrné, že došlo k výrazným změnám. Pořadí odrůd je dáno počtem zastoupených vzorků v jednotlivých letech, což s velkou spolehlivostí odráží požadavky sladařů. Hodnocení odrůd je uvedeno podle v daném roce platného systému hodnocení USJ (ukazatel sladovnické jakosti).

Tab. 3 uvádí počet vzorků ječmene a přehled parametrů jakosti ječmene v roce 2000 a 2004. Je zřejmé, že rozdíl průměru obsahu bílkovin je 2,5 %. Špatná technologická jakost ječmene sklizně 2000 byla navíc doprovázena o 1 % nižším obsahem škrobu. Laboratorní sladování v roce 2000 proběhlo při výtěžnosti v sušině sladu 88,6 %, což je o 4 % méně než průměrná hodnota výtěžnosti sladování v roce 2004.

Tab. 4 ukazuje přehled průměrů parametrů jakosti sladů připravených mikroskladovací zkouškou z ječmene dané sklizně. Je zřejmé o 2 % nižší extrakt sladu, nižší křehkost sladu a při srovnatelném proteolytickém rozluštění výrazně vyšší obsah rozpustného dusíku u sladů vyrobených z ječmene sklizně 2000.

Tab. 5 a 6 uvádějí průměrné hodnoty parametrů odrůd v letech 2000 a 2004.

Tab. 1 Základní parametry sklizní ječmene v letech 2000 a 2004 / Basic parameters of barley harvests 2000 and 2004

Rok / Year	Jednotky / Units	2000	2004
Celková ke sklizni (zdroj ČSÚ k 31.5. t.r.) / For harvest totally (source ČSÚ to May 31 of the year)	ha	352 892	353 390
Celkem sklizeno / Harvested totally	t	1 067 912	1 798 755
Průměrný výnos / Average yield	t/ha	3.03	5.09
Průměrný obsah bílkovin v ječmeni / Average content of protein in barley	%	12.5	10.0

Tab. 2 Odrůdová skladba, původ odrůd ječmene a jejich sladovnická hodnota / Varietal composition, Origin of barley varieties and their malting values

Rok 2000 / Year 2000	USJ/MQI	Rok 2004 / Year 2004	USJ/MQI
Odrůda, země původu / Variety, country of origin		Odrůda, země původu / Variety, country of origin	
Kompakt (SVK)	9 b	Jersey (NED)	8 b
Akcent (CZE)	6 b	Prestige (GBR)	7 b
Amulet (CZE)	6 b	Malz (CZE)	8 b
Tolar (CZE)	6 b	Kompakt (SVK)	6 b
Nordus (GER)	9 b	Tolar (CZE)	4 b
Krona (GER)	8 b	Scarlett (GER)	5.5 b

USJ – ukazatel sladovnické jakosti / MQI – Malting Quality Index

Tab. 3 Parametry jakosti ječmene sklizní 2000 a 2004 / Quality parameters of harvests 2000 and 2004

Ječmen / Barley	Jednotky / Units	2000	2004
Počet vzorků / Number of samples		154	172
Objemová hmotnost / Volume weight	kg	66.3	70.4
Absolutní hmotnost / Absolute weight	g	41.9	42.5
Klíčivá energie 4 ml 72 h / Germination power 4 ml 72 h	%	96	96
Rychlost klíčení / Germination rate	%	67.4	72.6
Klíčivá energie 8 ml 72 h / Germination power 8 ml 72 h	%	65	71
Klíčivost H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 72 h / Germination capacity in H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 72 h	%	98.7	98
Obsah vláhy / Moisture content	%	12.3	11.9
Obsah škrobu / Starch content	%	63	64
Obsah bílkovin / Protein content	%	12.5	10
Obsah vody před hvozděním / Water content before kilning	%	46.1	44.1
Výtěžnost sladování / Malt yield	%	88.6	92.6

Tab. 4 Parametry jakosti sladů z ječmene sklizní 2000 a 2004 / Quality parameters of malt from barley 2000 and 2004 harvest

Slad / Malt	Jednotky / Units	2000	2004
Počet vzorků / Number of samples		154	118
Barva sladu / Malt colour	EBCU	4.0	2.8
Extrakt sladu / Malt extract	%	80.3	82.3
Rozdíl extraktů DLFU / Extract difference DLFU	%	2.3	1.4
RE 45 °C	%	41.5	37.6
Dosažitelné prokvašení / Apparent final attenuation	%	78.8	81.3
Diastatická mohutnost / Diastatic power	WKU	359	369
Obsah bílkovin / Protein content	%	12	9.6
Rozp. N ve 100 ml / Soluble N in 100 ml	mg	92	74
Rozp. N ve 100 g sušiny sl. / Soluble N in 100 g of malt d.m.	mg	818	656
Kolbachovo číslo / Kolbach index	%	42.6	42.7
Friabilita / Friability	%	73.7	77.4

Size of acreage and malting barley production in 1990–2004 vary considerably, as illustrated by Figures 1 and 2. Average hectare yield in this period was nearly always ca 4 tons. The years limiting this period, i.e. 1990 and 2004, are the exceptions, the average hectare yield was over 5 tons. On the other hand, year 2000 entered history as the year with the lowest average hectare yield over the last 40 years. (Fig. 3).

Fig. 4 shows the average values of protein content in barley.

Clearly, this period was influenced by changes in property relationships, management changes and also new sugar beet growing technology. Adverse course of winter 2002–2003 and subsequent unplanned sowing of spring barley played their role too. Economic factors are further important facts.

Tab. 1 gives a review of values from Fig. 1 to 4 for 2000 and 2004.

Table 2 shows the composition of barley varieties in 2000 and 2004. Significant change of the varietal composition is evident. Order of varieties is given by the number of the samples supplied in single years, which reliably reflects requirements of malsters. Variety evaluation is presented according to the evaluation system of MQI valid in the year and the order.

Table 3 shows number of barley samples and survey of barley quality parameters in 2000 and 2004. It is evident that the difference of protein content average is 2.5 %. Further, poor technological quality of barley harvest 2000 was accompanied with by 1 % lower starch content. Laboratory malting in 2000 was carried out at dry matter yield in malt of 88.6 %, which is by 4 % less than the average value of malt yield in 2004.

Table 4 shows the survey of malt quality parameters prepared by micromalting test from the barley of the given harvest. It is evident that malt extract is by 2 % lower, lower malt friability and at comparable proteolytic modification significantly higher content of soluble nitrogen in malt prepared from harvest of barley 2000.

Tables 5 and 6 show averages of varieties in 2000 and 2004.



Tab. 5 Technologické parametry jednotlivých odrůd ječmene sklizně 2000 / *Technological parameters of individual varieties of barley from harvest 2000*

Odrůdy 2000 / <i>Varieties 2000</i>	Jednotky/Units	KOM	AKC	AMU	TOL	NOR	KRO
Počet vzorků ječmene i sladu / <i>Number of barley/malt samples</i>		47	40	22	14	8	7
Obsah bílkovin v ječmeni / <i>Protein content in barley</i>	%	12.5	12.6	12.6	12.5	12.2	12.4
Obsah škrobu v ječmeni / <i>Starch content in barley</i>	%	63.3	62.5	63.1	62.4	64	63.4
Barva sladu / <i>Malt colour</i>	EBCU	3.9	4.3	3.9	3.3	4.4	4.2
Extrakt sladu / <i>Malt extract</i>	%	80.6	79.9	80.1	79.8	81.5	80.8
Rozdíl extraktů DLFU / <i>Extract difference DLFU</i>	%	2.1	2.6	2.3	2.6	1.4	1.8
RE 45 °C	%	42.5	43.9	38.9	35.9	42.8	42.8
Dosažitelné prokvašení / <i>Apparent final attenuation</i>	%	78.2	78.9	78.6	80	78.7	80.7
Diastatická mohutnost / <i>Diastatic power</i>	WKU	359	354	347	409	346	366
Obsah bílkovin / <i>Protein content</i>	%	12.1	12.2	12.2	12.1	11.7	11.9
Rozp. N ve 100 ml / <i>Soluble N in 100 ml</i>	[mg]	95	93	91	84	96	96
Kolbachovo číslo / <i>Kolbach index</i>	%	43.7	42.4	41.6	38.8	45.5	44.9
Friabilita / <i>Friability</i>	%	75.5	71	69.4	74.6	80	75.6

KOM – Kompakt, AKC – Akcent, AMU – Amulet, TOL – Tolar, NOR – Nordus, SCA – Scarlett

Tab. 6 Technologické parametry jednotlivých odrůd ječmene sklizně 2004 / *Technological parameters of individual varieties of barley from harvest 2004*

Odrůdy 2004 / <i>Varieties 2004</i>	Jednotky/Units	JER	PRE	MALZ	KOM	TOL	SCA
Počet vzorků ječmene i sladu / <i>Number of barley/malt samples</i>		57/40	46/30	23/18	19/12	13/10	12/7
Obsah bílkovin v ječmeni / <i>Protein content in barley</i>	%	9.9	9.9	10	10.5	10.5	10.1
Obsah škrobu v ječmeni / <i>Starch content in barley</i>	%	63.8	64.1	64.5	64.3	63.2	63.6
Barva sladu / <i>Malt colour</i>	j. EBCU	2.8	2.8	2.7	3.1	2.8	2.9
Extrakt sladu / <i>Malt extract</i>	%	82	82.4	83	82.1	81.5	82.7
Rozdíl extraktů DLFU / <i>Extract difference DLFU</i>	%	1.5	1.1	1.5	1.1	1.6	1.4
RE 45 °C	%	38.3	39.6	35.4	38.8	33	36.3
Dosažitelné prokvašení / <i>Apparent final attenuation</i>	%	81.5	82	80.3	81.1	81.2	80.2
Diastatická mohutnost / <i>Diastatic power</i>	j. WKU	374	396	317	322	424	337
Obsah bílkovin / <i>Protein content</i>	%	9.6	9.3	9.8	9.7	10.3	9.5
Rozp. N ve 100 ml / <i>Soluble N in 100 ml</i>	mg	75	72	74	78	73	71
Kolbachovo číslo / <i>Kolbach index</i>	%	43.7	42.9	41.9	44.2	39.6	41.3
Friabilita / <i>Friability</i>	%	79.4	77	76.4	80.5	75.3	67.5

JER – Jersey, PRE – Prestige, MALZ – Malz, ostatní uvedeny výše

### 3 VÝZNAM OBSAHU DUSÍKU V JEČMENI

V literatuře jsou popisovány vztahy obsahu bílkovin (základní parametr technologické jakosti, N x 6,25) a parametrů jakosti ječmene [13]:

- 1) Velikost zrna – podíly zrna na sítích  
podíl na síti 2,5 mm ... 10,7 % bílkovin  
podíl na síti 2,2 mm ... 11,3 % bílkovin  
propad ... 12,9 % bílkovin.

Z uvedeného vyplývá, že rozdělením partie ječmene do jednotlivých velikostních frakcí (jeho vytříděním) dostáváme podíly se zcela rozdílnými hodnotami obsahu bílkovin. Uvedené hodnoty demonstrují míru této závislosti. Tato skutečnost je důvodem, proč se ječmeny třídí a sladují podle velikosti.

- 2) Tvrdost (struktura) zrna – moučnatost až sklovitost

moučnatá zrna ... 8,6–14,1 % bílkovin  
poloskvovitá zrna ... 10,7–15,2 % bílkovin  
sklovitá zrna ... 12,4–16,6 % bílkovin.

Uvedené srovnání ukazuje souvislosti mezi povahou endospermu ječného zrna a obsahem bílkovin. Obsah bílkovin u sklovitých zrn ječmene je výrazně vyšší než u ječmenů s moučnatým endospermem. Totéž lze říci i naopak, že ječmeny s vyšším až vysokým obsahem bílkovin obsahují vyšší podíl sklovitých zrn, která obtížněji přijímají vodu a jejich sladování probíhá pomaleji.

- 3) Obsah škrobu

Přestože hodnota korelačního koeficientu mezi obsahem škrobu a bílkovin v ječmeni je statisticky neprůkazná, je obsah škrobu spolehlivým ukazatelem obsahu extraktu ve sladu.

### 3 SIGNIFICANCE OF NITROGEN CONTENT IN BARLEY

The literature describes relations of protein content (principal parameter of technological quality, N x 6.25) and barley quality [13]:

- 1) Grain size  
sieving fractions 2.5 mm ... 10.7 % of proteins  
sieving fractions 2.2 mm ... 11.3 % of proteins  
waste ... 12.9 % of proteins.

From the table it is evident that by splitting barley batch into individual size fractions (by grading), fractions were obtained with quite different protein content values. The given values demonstrate degree of this dependence. This is the reason why the barleys are sorted and malted according to the size.

- 2) Grain hardness  
mealy grains ... 8.6–14.1 % of proteins  
half-steely grains ... 10.7–15.2 % of proteins  
steely grains ... 12.4–16.6 % of proteins.

The given table shows the connection between the nature of barley grain endosperm and protein content. Protein content in steely barley grains is significantly higher than in barleys with mealy endosperm. The same is valid vice versa, barleys with higher or high protein content contain a higher ratio of steely grains that intake water less easily and malt more slowly.

- 3) Starch content

Although the correlative coefficient value between starch and protein content in barley is not statistically significant, starch content is a reliable indicator of extract content in malt.

#### 4) Příjem vody, výtěžnost sladování a spotřeba tepla při hvozdnění.

Příjem vody souvisí s pluchou zrna a strukturou zrna. Ječmeny s poškozenou pluchou přijímají vodu rychleji až nekontrolovatelně. Struktura zrna – ať jde o zrno s vysokým obsahem bílkovin, nebo zrno sklovité – je vlastnost spíše pojmenovaná jako vlastnost ročníku. Je častou skutečností, že ječmeny vyžadující vyšší obsah vody při sladování vodu ale z důvodu své „struktury“ obtížně přijímají. Sladaři konstatují, že příjem vody zrnem ječmene je pomalý. Takový ječmen je potom označen jako ječmen tvrdý a z něho vyrobené slady obvykle nejsou dobře rozluštěné.

S obsahem vody při klíčení přímo souvisí i výtěžnost sladování. Tab. 3 zřetelně ukazuje, že zvýšený obsah vody při klíčení v průměru o 2 % snížil výtěžnost sladování o 4 %. Toto zjištění je další negativum sladování ječmene s vyšším obsahem bílkovin.

Vyšší obsah vody při klíčení má vliv na ekonomiku hvozdnění. Jak ukazují údaje v tab. 3 (obsah vody při klíčení – před hvozdněním), bylo při výrobě 1 tuny sladu v jakosti sklizně roku 2000 nutno odpařit o 64 kg vody více než v roce 2004, což znamená zvýšení spotřeby tepla. Mimo to je třeba mít k dispozici i čas k odpaření této vody. Obvykle však v množství technologického vzduchu na ventilátoru hvozdu nejsou rezervy, a proto je odpaření vody nutno provést následnými úpravami technologie hvozdnění:

#### a) Teoretické zadání modelového výpočtu hvozdnění:

hmotnost hotového sladu: 1000 kg  
obsah vody v hotovém sladu: 4 %  
hmotnost sladové sušiny: 960 kg  
obsah vody před hvozdněním (%) 44,1 46,1 (údaje z tab. 3)  
hmotnost odpařené vody (kg) 717 781  
rozdíl v hmotnosti odpařené vody 64 kg.

#### b) Řešení a úpravy technologie hvozdnění vedoucí k odpaření vyššího množství vody ze zeleného sladu:

1. vyšší teplota vzduchu při předsušení zeleného sladu
2. zkrácení doby vyhřátí sladu a dotažení sladu
3. zvýšení teploty dotahování.

#### Důsledky změn technologie hvozdnění:

1. Vyšší teplota vzduchu při předsušení má za následek poškození enzymů (enzymové aktivity sladu), zvýšení hodnoty barvy sladiny, snížení křehkosti sladu a zvýšení podílu sklovitých zrn ve sladu.
2. Zkrácení doby vyhřátí sladu a dotažení sladu – při prodloužení fáze předsušení je následně nutné rychlé vyhřívání sladu na teplotu dotahování, které má stejné důsledky jako nešetné předsušení sladu. Zkrácení doby dotahování mírně omezuje riziko vysokých barev sladiny a poškození enzymové aktivity sladu. Na druhé straně má toto opatření zásadní vliv na zvýšení hodnot PDMS.
3. Zvýšení teploty dotahování – vyšší teplota dotahování je energeticky náročná. Dochází k nežádoucímu poškození enzymů sladu, avšak snižuje se riziko vyššího obsahu PDMS a NDMA.

## 4 VÝZNAM OBSAHU DUSÍKU VE SLADU

Vztah celkového a rozpustného dusíku se vyjadřuje pomocí Kolbachova čísla. K jeho výpočtu je třeba znát extrakt sladu, množství rozpustného dusíku a množství celkového dusíku ve sladu (vše v sušině). Souvislosti mezi uvedenými parametry jsou uvedeny v tab. 7 až 10.

Z tab. 7 je patrné, že obsah extraktu sladu nemá vliv na hodnoty Kolbachova čísla.

Z tab. 8 je zřejmé, že obsah bílkovin sladu má zásadní vliv na hodnoty Kolbachova čísla.

Z tab. 9 je patrné, že obsah rozpustného dusíku má zásadní vliv na hodnoty Kolbachova čísla

#### 4) Conversion of barley into malt – water intake, malt yield, heat consumption at kilning

Water intake is connected with grain husk and grain structure. Barleys with damaged husk intake water faster even uncontrollably. Structure – either in grain with high protein content or steely grain – is property identified rather as the property of the year. Barleys requiring higher water content during malting often intake water with difficulties due to their “structure”. Malsters note that water intake by barley grain is slow. Such barley is then marked as hard and malts made from it are not usually well modified.

Water intake during germination is directly connected with malt yield. Tab. 3 clearly shows that on the average by 2 % elevated water content at germination reduced malt yield by 4 %. This finding is another negative feature of malting of barley with higher protein content.

Higher water content at germination affects the economy of kilning. As evident from the data in Tab. 3 – water content at germination (before kilning), at production of 1 ton of malt in harvest quality 2000 it was necessary to evaporate by 64 kg of water more than in 2004, which means increased heat consumption. Besides this, also time is needed for evaporation of the water. But there are not usually any reserves in the amount of technological air on a kiln fan and water evaporation must be done by the following adjustments of kiln technology:

#### a) Theoretical assignment of model calculation of kilning:

weight of finished malt: 1000 kg  
water content in finished malt: 4 %  
weight of malt dry matter: 960 kg  
water content before kilning [%] 44.1 46.1 (data from Tab. 3)  
weight of evaporated water [kg] 717 781  
difference in weight of evaporated water 64 kg.

#### b) Solution and adjustment of kiln technology leading to evaporation of higher water amount from green malt:

1. higher air temperature at pre-drying of green malt
2. shortening of time of malt heating up and kilning
3. increasing of kiln temperature.

#### Consequences of kiln technology changes:

1. Higher air temperature at pre-drying results in damage of enzymes (malt enzymatic activity), increased colour value of wort, reduction of malt fragility and increase of ratio of steely grains in malt.
2. Shortening of time of malt heating up and kilning – with the extension of pre-kilning phase it is subsequently necessary to heat up malt to the kiln temperature quickly, the consequences are the same as with inconsiderate pre-drying of malt. Shortening of kilning time slightly reduces risk of high colours in wort and malt enzymatic activity. On the other hand this provision affects principally increase in PDMS values.
3. Increasing of kiln temperature – higher kiln temperature is power demanding. Undesirable damage of malt enzymes occurs, risk of higher PDMS and NDMA contents is however reduced.

## 4 SIGNIFICANCE OF NITROGEN CONTENT IN MALT

Kolbach index calculation and relationships among the individual malt parameters:

It is necessary to know: malt extract, amount of soluble nitrogen and amount of total nitrogen in malt (all in dry matter).

The relationships between these parameters are specified in Tabs 7 through 10.

Tab. 7 indicates that malt extract content does not affect the values of Kolbach index

Tab. 8 indicates that protein content in malt affects principally the values of Kolbach index.

Tab. 9 indicates that so-

Tab. 7 Vliv obsahu extraktu sladu – ostatní parametry jsou konstantní / Effect of malt extract content – the other parameters are constant

Extrakt sladu / Malt extract %	Bílkoviny / Proteins %	Rozp. N / Soluble N mg/100 ml	Rozp. N / Soluble N mg/100 g	Kolbachovo číslo / Kolbach Index %
80	11	75	665	37.8
81	11	75	665	37.8
82	11	75	666	37.9

Tab. 8 Vliv obsahu bílkovin ve sladu, ostatní parametry jakosti sladu jsou konstantní / Effect of protein content in malt, the other malt parameters are constant

Extrakt sladu / Malt extract %	Bílkoviny / Proteins %	Rozp. N / Soluble N mg/100 ml	Rozp. N / Soluble N mg/100 g	Kolbachovo číslo / Kolbach Index %
80	12	75	665	34.6
80	11	75	665	37.8
80	10	75	665	41.6
80	9	75	666	46.2

**Obsah dusíku****v mladíně má vliv na:**

- průběh kvasného procesu,
- rychlost a dosažitelnost požadovaného prokvašení.

**Obsah dusíku v pivu má vliv na:**

- koloidní stabilitu piva,
- senzorickou stabilitu a pěnivost piva.

Uvedené souvislosti jsou přehledně popsány v učebnici pivovarské technologie [14].

Tab. 9 Vliv obsahu rozpustného dusíku ve sladu, ostatní parametry jakosti sladu jsou konstantní / *Effect of soluble nitrogen content in malt, the other malt parameters are constant*

Extrakt sladu / Malt extract %	Bílkoviny / Proteins %	Rozp. N / Soluble N mg/100 ml	Rozp. N / Soluble N mg/100 g	Kolbachovo číslo / Kolbach Index %
80	10	65	576	36.0
80	10	70	620	38.8
80	10	75	665	41.6

Tab. 10 Změna obsahu rozpustného N při změnách obsahu bílkovin a konstantním Kolbachově čísle / *Change of soluble nitrogen content upon changes of protein content and constant Kolbach index*

Bílkoviny / Proteins %	Rozp. N / Soluble N mg/100 ml	Rozp. N / Soluble N mg/100 g	Kolbachovo číslo / Kolbach Index %
12	82	730	38.0
11	76	669	38.0
10	69	608	38.0
9	63	547	38.0

soluble nitrogen content in malt affects principally the values of Kolbach index.

**Nitrogen content in wort affects:**

- course of fermentation process
- rate and accessibility of the required fermentation.

**Nitrogen content in beer affects:**

- colloidal beer stability
- sensory stability and beer foaming power.

The above mentioned relations are summarized in the brewing technology [14].

**5 Vliv parametrů jakosti sladu na výtěžnost varního procesu**

Optimální hranice obsahu bílkovin ve sladu (v ječmeni) v návaznosti na teoretické množství vyrobeného piva a potřebné technologické podmínky pro výrobu piva a jeho stabilitu je 10,5–11 % (tab. 11). Lze konstatovat, že vysoká extraktivnost sladu s nízkým obsahem bílkovin (sklizeň 2004 – 10 %) není současně podložena splněním technologických a senzoričských podmínek výroby piva. Slad s vysokým obsahem bílkovin (sklizeň 2000 – 12,5 %) nejen že neposkytne dostatečný (požadovaný, očekávaný) pivovarský výtěžek (ztráta je 250 litrů), ale navíc je zpracování takových sladů spojeno s technologickými a senzoričskými nedostatky.

**Zkratky:**

B – obsah bílkovin sladu, E – obsah extraktu sladu v sušině, RN1 – obsah rozpustného N v mg/100 ml, RN2 – obsah rozpustného N v mg/100 g sušiny sladu, KI – Kolbachovo číslo, N – obsah rozpustného bílkovinného extraktu, ES – obsah extraktu sacharidů, TP – objem piva v litrech, teoreticky vyrobeného z 1 tuny příslušného sladu

**6 ZÁVĚRY**

Pro praxi lze formulovat několik následujících doporučení a závěrů:

**a) Pěstitelům**

Signály odběratelů (zpracovatelů) sladovnického ječmene, že se v ječmeni snižuje obsah bílkovin (sklizeň 2002 a zejména sklizeň 2003), nebyly vzaty v úvahu. Ječmen s nízkým obsahem bílkovin (pod 10 %) již nelze považovat za sladovnický ječmen. Sladaři musí nakoupit ječmen s vyhovujícím obsahem bílkovin, neumějí bílkoviny ve sladu pro přípravu piva vyrobit.

**b) Odběratelům – výběr suroviny z netradičních oblastí**

Výjimečnost jakosti sklizně vyžaduje „výjimečnost“ pohledu na výběr a nákup suroviny v netradičních oblastech. Zde se mohly nalézt ječmeny, které se svou jakostí výrazně odlišovaly od průměru sklizně. Chemické složení těchto ječmenů bylo výjimečně příznivé k výrobě sladu. Využití této možnosti však vyžaduje nejen včasné zjištění této partie, ale i její zajištění k výrobě sladu a její oddělené zpracování.

**5 EFFECT OF MALT QUALITY PARAMETERS ON YIELD OF THE BREWING PROCESS**

Tab. 11 Vliv parametrů jakosti sladu na výtěžnost varního procesu / *Effect of malt quality parameters on yield of the brewing process*

B	E	RN 1	RN 2	KI	EN	ES	TP
%	%	mg/100 ml	mg/100 mg	%	%	%	l
9.5	82.5	65	579	38.1	3.6	78.9	7890
10	82	69	613	38.3	3.8	78.2	7820
10.5	82	73	647	38.5	4	78	7800
11	81.5	76	672	38.2	4.2	77.3	7730
11.5	81.5	79	705	38.3	4.4	77.1	7710
12	81	82	730	38	4.6	76.4	7640
12.5	80.5	86	762	38.1	4.8	75.7	7570

The optimum limits of protein content in malt (in barley) in connection with the theoretical amount of the beer produced and needed technological conditions for beer production and beer stability is 10.5–11 % (Tab. 11). We can state that high extract malt with low protein content (harvest 2004 – 10 %) is not at the same time supported by fulfilling technological and sensory conditions of beer

production. Malt with high protein content (harvest 2000 – 12.5 %) will not provide sufficient (required, expected) brew yield (loss is 250 litres), and furthermore manufacturing such malts is associated with technological and sensory insufficiencies.

**Abbreviations:**

B – protein content of malt, E – malt extract content in dry matter, RN1 – soluble Nitrogen content in mg/100 ml, RN2 – soluble Nitrogen content in mg/100 g of malt dry matter, KI – Kolbach index, EN – content of soluble protein extract, ES – content of saccharide extract, TP – beer content in litres produced theoretically from 1 ton of the appropriate malt.

**6 CONCLUSION**

We can summarize following recommendations and conclusions:

**a) To growers**

Signals of malting barley buyers (processors) that protein content in barley is being reduced, were not taken into consideration (harvest 2002 and especially 2003). Barley with low protein content (below 10 %) cannot be considered as malting barley. Malsters must buy barley with suitable protein content, malsters cannot produce proteins in malt for beer preparation.

**b) To buyers – selection of raw material from non-traditional areas**

Exceptionality of harvest quality requires “exceptionality” of view of selection and purchase of the raw material in non-traditional areas. Here barleys could be found that in their quality differed significantly from harvest average. Chemical composition of these barleys was exceptionally favourable for malt production. Using this possibility however requires not only to determine this batch in time but also to ensure it for malt production and its separate processing.



c) Spolehlivost analýz a dostatek informací

Výjimečnost sklizně ječmene roku 2004 prověřila připravenost a operativnost laboratorů, které používají NIR analyzátoři. V případě této výjimečné sklizně bylo nutné co nejrychleji odebrat reprezentativní soubory vzorků a provést změny kalibračních křivek. V opačném případě docházelo k naměření nesprávných hodnot obsahu bílkovin, což mělo nepříznivé dopady jak pro dodavatele, tak i pro zpracovatele.

d) Technologická opatření při výrobě sladu

Doporučujeme, aby ojedinělé partie ječmenů s vyšším i vysokým obsahem bílkovin byly sladovány odděleně tak, aby vyrobené slady byly dobře rozluštěné. Těmito slady potom „obohatit“ slady s nedostatkem rozpustných dusíkatých látek tak, aby slady měly minimální obsah rozpustných dusíkatých látek, požadovaný odběratelem. Z hlediska technologie výroby sladu je jednoznačně nutné a výhodnější zpracování jednotných partií ječmene. Výsledkem sladování směsi ječmene je nehomogenní slad. Nízká homogenita sladu má nepříznivý vliv na výtěžnost varního procesu a koloidní a senzorkou stabilitu vyrobeného piva.

e) Technologická opatření při výrobě piva

Lze předpokládat, že slady z ječmene sklizně 2004 způsobí technologické a kvalitativní problémy pivovarníkům. Všichni však věříme, že čeští sládci využijí své zkušenosti, znalosti a odbornost, a stejně jako zvládli zpracování sladů vyrobených z ječmenů sklizně 2000, tak zvládnou i slady ze sklizně 2004.

**Výsledky byly získány v rámci interních projektů VÚPS s finanční podporou sladoven Soufflet, pivovarských společností a členů ČSPS.**

c) Reliability of analyses and sufficiency of information

Exceptionality of barley harvest verified readiness of laboratories that use NIR analysers. In case of this exceptional harvest it was necessary to take a representative set of samples as soon as possible and to carry out changes of calibration curves. Otherwise wrong values of protein content were measured, which had unfavourable impacts both for suppliers and processors.

d) Technological provisions during malt production

We recommend to malt the unique barley batches with higher and high protein content separately so that produced malts were well modified. Then "to enrich" malts with lack of soluble nitrogenous substances with these malts so that malts can have minimum content of soluble nitrogenous substances as required by a buyer. Processing individual barley batches is unambiguously necessary and more advantageous from the aspect of malt production. Malting barley mixture results in non-homogeneous malt. Low malt homogeneity affects adversely yield of brewing process and colloidal and sensory stability of the produced beer.

e) Technological provisions during beer production

We assume that malts from barley from harvest 2004 will cause technological and qualitative problems to the brewers. We all however believe that the Czech malsters will utilize their experience, knowledge and expertise and they will manage malts from harvest 2004 as they successfully managed processing of malts produced from barleys from harvest 2000.

**Results were obtained in the framework of internal projects of RIBM with financial support of Soufflet Malteries, brewing companies and members of financial Czech Beer and Malt Association.**

Translated by Vladimíra Nováková

Literatura / Literature

- [1] Prokeš, J.: Jakost ječmene sklizně 2000. Kvasny Prum. **46**, 2000, 354.
- [2] Prokeš, J.: Parametry jakosti sladovnického ječmene sklizně 2000 v ČR. Ječmenářská ročenka 2001. VÚPS, Praha 2000, s. 134. ISBN 80-902658-7-1.
- [3] Prokeš, J.: Parametry jakosti sladovnického ječmene sklizně 2000 v ČR. Pivovarský kalendář 2001. VÚPS, Praha 2000, s. 123. ISBN 80-902658-8-X.
- [4] Prokeš, J.: Jakost sladovnického ječmene sklizně 2004 v ČR. Kvasny Prum. **50**, 2004, 346.
- [5] Prokeš, J.: Parametry jakosti sladovnického ječmene sklizně 2004 v ČR. Ječmenářská ročenka 2005. VÚPS, Praha 2004, s. 90. ISBN 80-86576-11-6.
- [6] Prokeš, J.: Parametry jakosti sladovnického ječmene sklizně 2000 v ČR. Pivovarský kalendář 2005. VÚPS, Praha 2004, s. 131. ISBN 80-86576-12-4.

- [7] Prokeš, J.: Výsledky monitoringu jakosti ječmene sklizně 2004. Kvasny Prum. **51**, 2005, 15.
- [8] Prokeš, J.: Sladaři potřebují kvalitní surovinu. Agromagazín **5**, 2004 (7), 14.
- [9] Prokeš, J.: Jaký byl ročník 2004 pro sladovnický ječmen. Úroda **LII**, 2004 (12), 10.
- [10] Prokeš, J.: Sladovnický ječmen v roce 2004. Farmář **10**, 2005 (1), 21.
- [11] Prokeš, J.: Sladovnický ječmen v roce 2004. Zemědělský týdeník **10**, 2005.
- [12] Prokeš, J.: Dusíkaté látky v ječmeni, Farmář **10**, 2005 (2), 24.
- [13] Prokeš, J.: Technologický význam dusíkatých látek v ječmeni a sladu. Kvasny Prum. **46**, 2000, 277.
- [14] Kosař, K., Procházka, S. et al.: Technologie výroby sladu a piva, VÚPS Praha, a.s., 2000. ISBN 80-902658-6-3.

Lektoroval Mgr. Roman Novotný  
Do redakce došlo 26. 4. 2005



Ing. Michal MARTIN  
Manažer prodeje pro střední a východní Evropu  
Jürgen Löhrke GmbH  
Svojsíkova 809, 273 09 Kladno  
Tel.: +420 724 329 504  
Fax: +420 312 273 908  
e-mail: michal.martin@loehrke.com

Výrobní program:

- Mazání dopravníků, popřípadě i jejich čištění
- Systémy pro pěnové čištění, pěnování plniců
- Dávkovací technologie
- ClO<sub>2</sub> (chlordioxid) generátory a systémy
- CIP sanitační stanice
- Bezpečnostní zásobníky pro skladování chemikálií

Jürgen Löhrke GmbH  
Langenfelde 21  
D-23611 Bad Schwartau  
Tel.: +49 451 293 07 0  
Fax: +49 451 293 07 77  
e-mail: mail@loehrke.com  
web: www.loehrke.com