

# STUDIUM VLASTNOSTÍ SLADU HVOZDĚNÉHO NA JEDNOLÍSKOVÉM LABORATORNÍM HVOZDU

## STUDY OF PROPERTIES OF MALT KILNED ON A ONE-FLOOR LABORATORY KILN

Ing. JOSEF PROKEŠ, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Sladařský ústav Brno/*Research Institute of Brewing and Malting, Malting Institute Brno*

**Klíčová slova:** *hvozďení, slad, parametry jakosti*

### 1 ÚVOD

Hvozďení je nezastupitelnou operací při výrobě sladu. Cílem hvozďení je převést zelený slad s vysokým obsahem vody do skladovatelného a stabilního stavu, zastavit enzymové a vegetační pochody v zrně a během hvozďení vytvořit aromatické a barevné látky, charakteristické pro druhy sladu za minimálních nákladů a ztrát.

Technické a technologické podmínky hvozďení jsou dobře popsány v odborných knihách [1, 2] i v časopisech [3].

S nárůstem požadavků na homogenitu sladu je otázkou, zda slady, hvozďené na vysokovýkonných hvozdech, jsou homogenní. V následujícím příspěvku jsou uvedeny výsledky pokusů na laboratorním jednolískovém hvozďě.

**Key words:** *kilning, malt, quality parameters*

### 1 INTRODUCTION

The kilning process is an unreplaceable operation in the production of malt. The aim of the kiln drying is to convert the green malt with its high content of water into a storageable and stable state, to stop the enzymatic and vegetative processes in grain and, in the course of kilning and at a minimal costs and losses, to generate the aromatic and coloured substances characteristic for malt species.

The technical and technological conditions of kiln-drying are well described in professional books [1,2] and periodicals [3].

Taking into consideration the increasing demand for homogeneity of malt it is a question whether the malts dried on the high-capacity kilns are properly homogenous.

In the following article, the results of experiments performed on a laboratory one-floor are introduced.

## 2 MATERIÁL A METODY

K pokusům byl použit ječmen odrůdově čistý, odrůdy Akcent, která stále patří mezi odrůdy požadované výrobcí sladu. Daná partie ječmene měla optimální obsah bílkovin 11,5 % v sušině.

Zelený slad byl připraven pro všechny zkoušené varianty hvozdění v laboratorní sladovně následujícím technologickým postupem:

1. Máčení – 1. den 4 h pod vodou, 20 h vzdušná přestávka
2. den 6 h pod vodou 18 h vzdušná přestávka
3. den 5 h pod vodou 19 h vzdušná přestávka

Teplota máčecí vody byla 14 °C

Klíčení probíhalo při teplotě 14 °C ve sladu při nepřetržitém větrání a celková délka máčení a klíčení byla 6 dní.

Hvozdění probíhalo ve speciálně připraveném kovovém izolovaném modelu. Model byl sestaven z šesti nad sebou složených skříňek. V každé skříňce byla výška zeleného sladu 0,16 m, celkem byla vrstva zeleného sladu 0,96 m. Skříňky byly ve směru proudění sušícího vzduchu označeny A, B, C, D, E a F.

Všechny pokusy byly opakovány třikrát za sebou v jednom týdnu, aby se co nejvíce omezil vliv teploty a relativní vlhkosti okolního vzduchu na průběh hvozdění.

Přehled použitých teplotních podmínek při hvozdění (celková doba hvozdění byla 22 h)

T1 – 9 h – zvýšení teploty z 45 °C na 60 °C  
3 h – při teplotě 60 °C  
6 h zvýšení teploty z 60 °C na 80 °C  
4 h – při teplotě 80 °C

T2 – 12 h – při teplotě 50 °C  
2 h zvýšení teploty z 50 °C na 80 °C  
8 h – při teplotě 80 °C

T3 – 12 h – při teplotě 60 °C  
2 h zvýšení z teploty 60 °C na 80 °C  
8 h – při teplotě 80 °C

T4 – 12 h – při teplotě 70 °C  
2 h zvýšení teploty z 70 °C na 80 °C  
8 h – při teplotě 80 °C

T5 – 22 h – při teplotě 70 °C

Všechny rozborů byly provedeny podle metodik EBC [4] a podle Pivovarsko-sladařské analytiky [5]. Statistické zpracování výsledků bylo provedeno vícefaktorem analýzou variance [6].

U odhvozděných sladů byly vyhodnoceny následující parametry jakosti:

- a) barva sladiny [j.EBC]
- b) extrakt sladu [%]
- c) relativní extrakt sladu 45 °C [%]
- d) diastatická mohutnost [j.WK]
- e) stupeň prokvašení [%]
- f) obsah rozpustného dusíku [mg.100 ml<sup>-1</sup>]
- g) friabilita sladu [%]

## 2 MATERIAL AND METHODS

For these experiments a variety-pure barley was chosen, of the Akcent variety which belongs among the varieties demanded by malt producers. The utilized lot of barley had the optimal content of proteins of 11.5 % in dry matter.

For all the tested variants of kilning the green malt was prepared in a laboratory malthouse using the following technological procedure:

- The steeping – 1st day 4 hs under water, 20 hs of air resting  
2nd day 6 hs under water, 18 hs of air resting  
3rd day 5 hs under water, 19 hs of air resting

The temperature of water for steeping was 14 °C.

The germination was carried out at a 14 °C temperature in the malt under continuous aeration where the total time for steeping and germination was 6 days.

The kiln drying was realized in a specially prepared metallic model with insulation. The model was designed of six boxes, put one above the other. Every box contained a 0.16 m high layer of green malt so that the total green malt layer was 0.96 m high. The boxes were marked by letters A,B,C,D, E and F in the direction of a compressed-air draught.

All the experiments were repeated three times over during one week in order to reduce to minimum the influence on the kilning process of the temperature and relative humidity from the surrounding air.

Survey of the used temperature conditions for kiln-drying (the total kilning time was 22 hs)

T1 – 9 hs rise of temperature from 45 °C to 60 °C  
3 hs – at a temperature of 60 °C  
6 hs rise of temperature from 60 °C to 80 °C  
4 hs – at a temperature of 80 °C

T2 – 12 hs – at a temperature of 50 °C  
2 hs rise of temperature from 50 °C to 80 °C  
8 hs – at a temperature of 80 °C

T3 – 12 hs – at a temperature of 60 °C  
2 hs rise of temperature from 60 °C to 80 °C

8 hs – at a temperature of 80 °C

T4 – 12 hs – at a temperature of 70 °C  
2 hs rise of temperature from 70 °C to 80 °C  
8 hs – at a temperature of 80 °C

T5 – 22 hs – at a temperature of 70 °C

Vícefaktorová analýza variance Polyfactorial analysis of variance		
Parametr jakosti sladu Malt quality parameter	Vliv Effect	
	vrstvy layers	technologie technology
Barva sladiny Wort colour	**	*
Extrakt sladu Malt extract	–	*
Rel. extrakt 45 °C Relat. extract at 45 °C	**	**
Diastat. mohutnost Diastatic power	**	**
Stupeň prokvašení Attenuation degree	–	**
Obsah rozp. dusíku Soluble nitrogen content	**	*
Friabilita sladu Friability	**	*
Obsah β-glukanů Content of β-glucans	**	*
Obsah PDMS Content of PDMS	**	**

– ... statisticky neprůkazný vztah / statistically non-indicative relation

\* ... statisticky významný vztah ( $\alpha = 0,05$ ) / statistically significant relation ( $\alpha = 0.05$ )

\*\* ... statisticky vysoce významný vztah ( $\alpha = 0,01$ ) / statistically highly significant relation ( $\alpha = 0.01$ )

All the analyses were carried out in accordance with the methodics of EBC [4] and with the Brewing and Malting Analytics [5]. The statistic processing of the results was realized by the polyfactorial analysis of variance [6].

The following quality parameters have been monitored in the kiln-dried malts:

- a) wort colour [EBC u.]
- b) malt extract [%]
- c) relative malt extract 45 °C [%]
- d) diastatic power [WK u.]
- e) attenuation degree [%]
- f) soluble nitrogen content [mg.100 ml<sup>-1</sup>]
- g) malt friability [%]



- h) obsah  $\beta$ -glukanů [mg.l<sup>-1</sup>]  
i) obsah PDMS (prekursorů dimethylsulfidu) [mg.kg<sup>-1</sup>]

- h) content of  $\beta$ -glucans [mg.l<sup>-1</sup>]  
i) content of PDMS (content of precursors of dimethyl sulfide) – [mg.kg<sup>-1</sup>]

### 3 VÝSLEDKY

Parametry jakosti použitého ječmene

objemová hmotnost [kg]	73,0
hmotnost 1000 zrn [g]	40,0
klíčivost [%]	99,3
obsah vláhy [%]	12,0
obsah škrobu [%]	64,7
obsah bílkovin [%]	11,5

### 3 RESULTS

Quality parameters of used barley

volume weight [kg]	73.0
weight of 1000 grains [g]	40.0
germinating capacity [%]	99.3
moisture content [%]	12.0
starch content [%]	64.7
protein content [%]	11.5

### 4 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Získané výsledky jsou na obr.1, kde jsou v grafech uvedeny průměry jednotlivých parametrů jakosti sladů podle vlivu pokusných faktorů (vliv vrstvy a technologie).

### 4 EVALUATION OF RESULTS

The attained results are represented in the following diagrams (fig. 1) where the average values of individual parameters of malt quality are indicated in accordance with the effect of experimental factors (effects of layer and of technology).

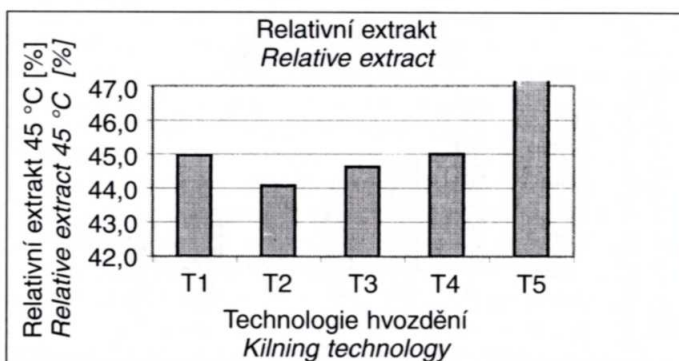
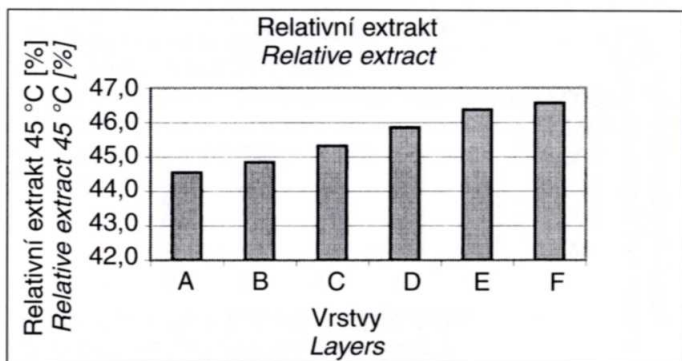
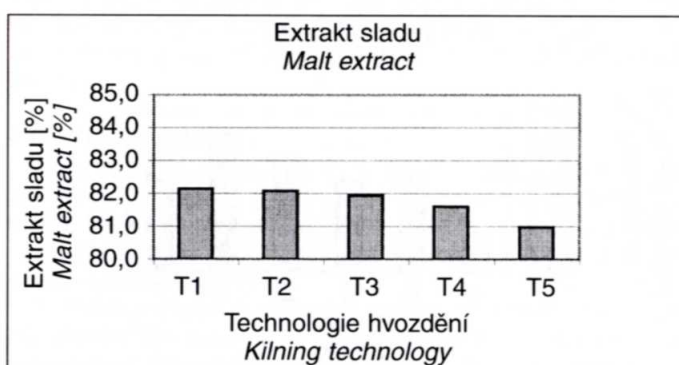
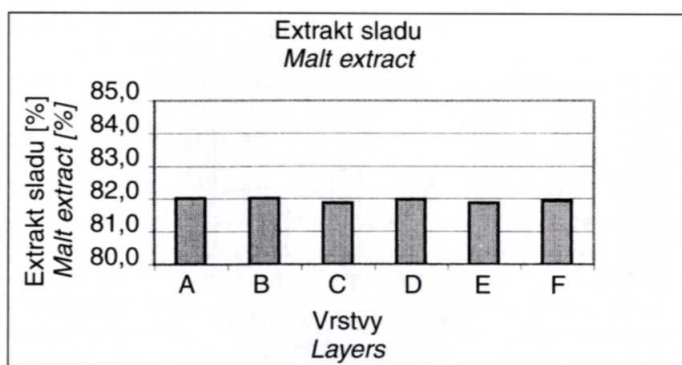
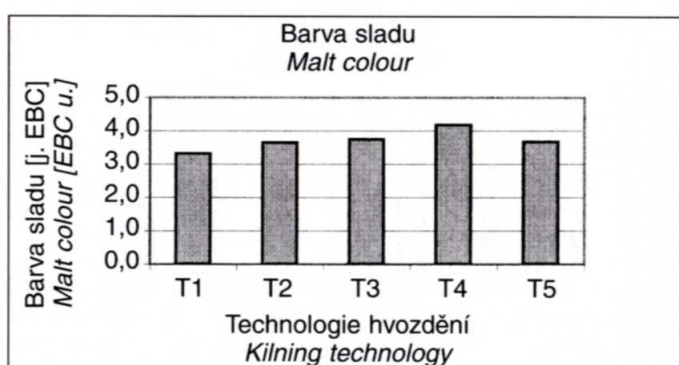
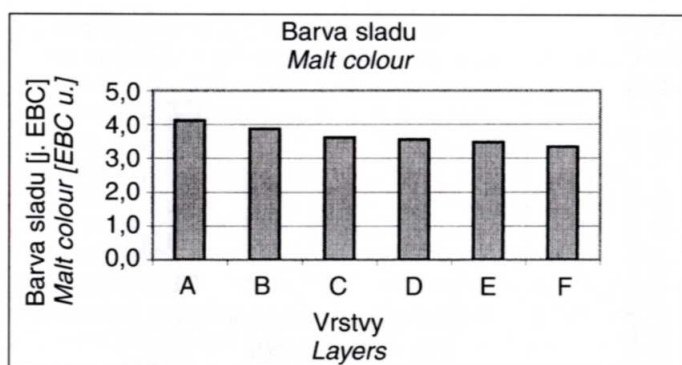
#### 4.1 Vliv technologie hvozdění

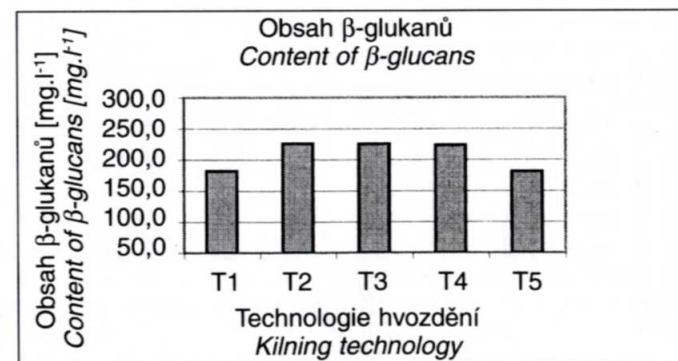
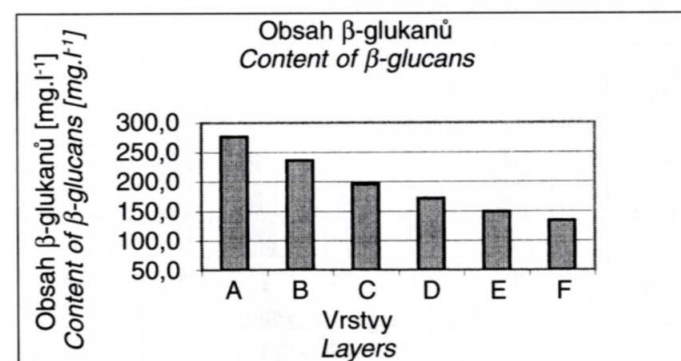
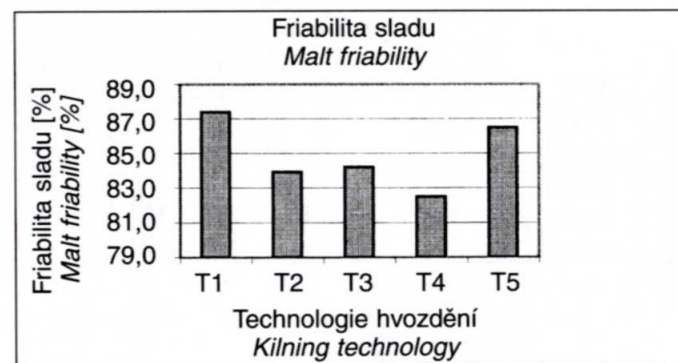
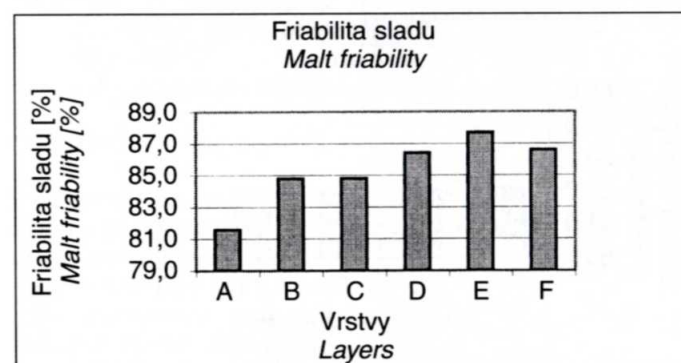
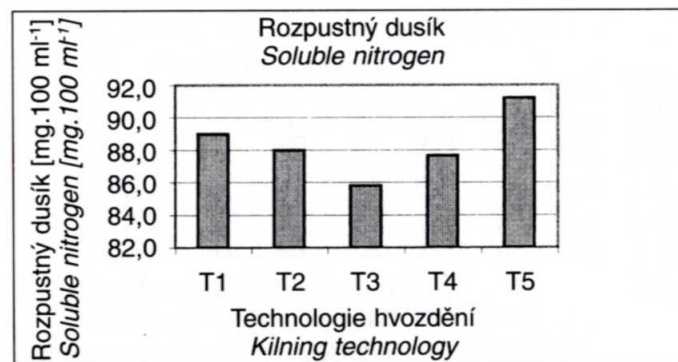
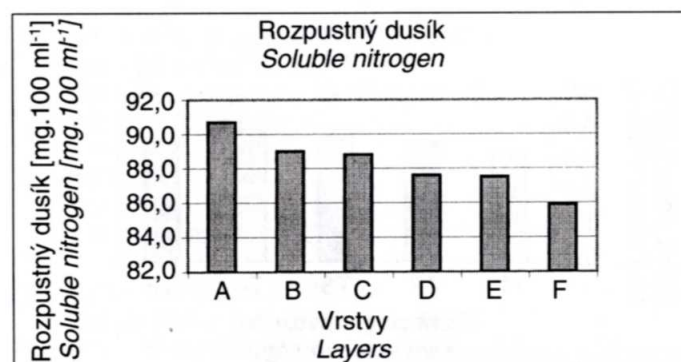
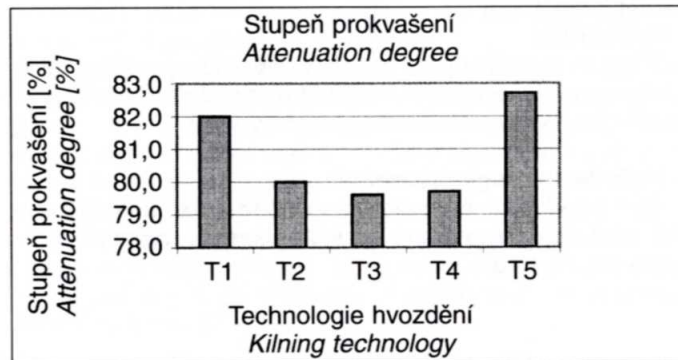
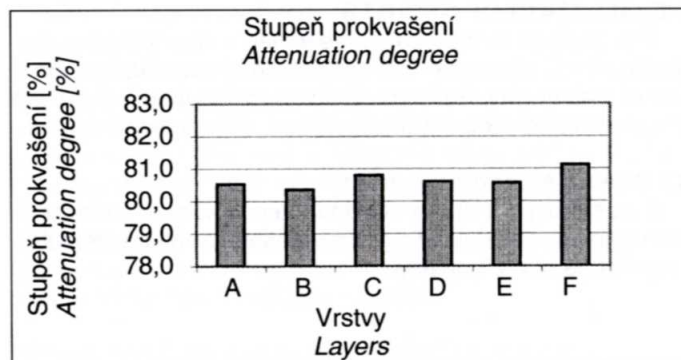
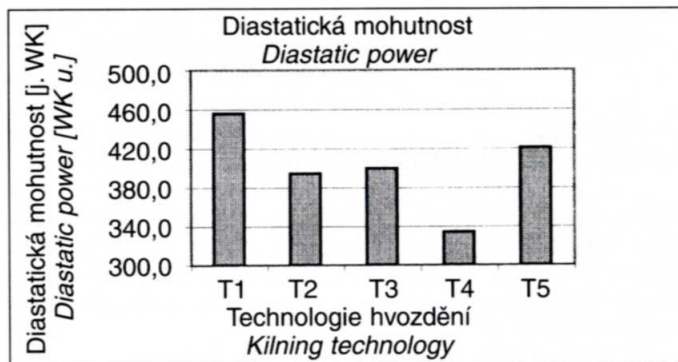
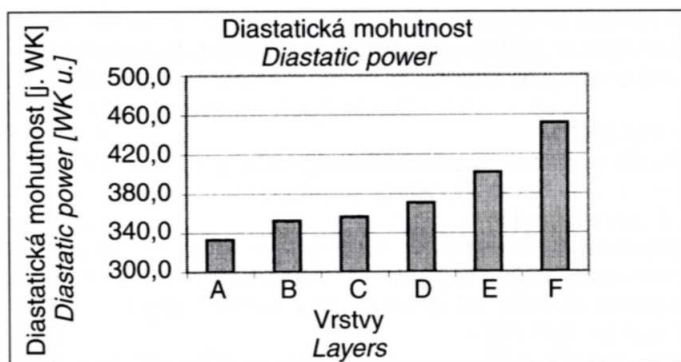
Bylo prokázáno, že jednotlivé technologické varianty hvozdění statisticky významně ovlivnily všechny vybrané parametry jakosti sladu.

#### 4.1 Kilning technology effect

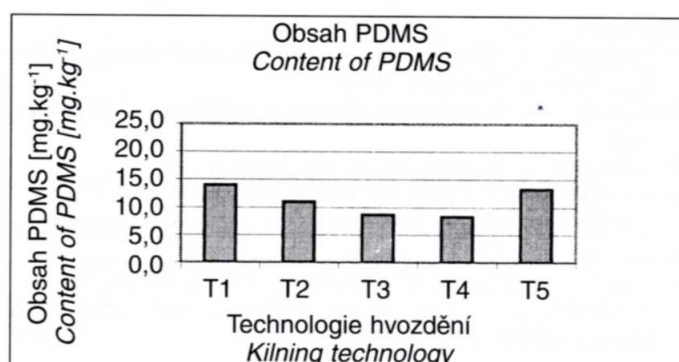
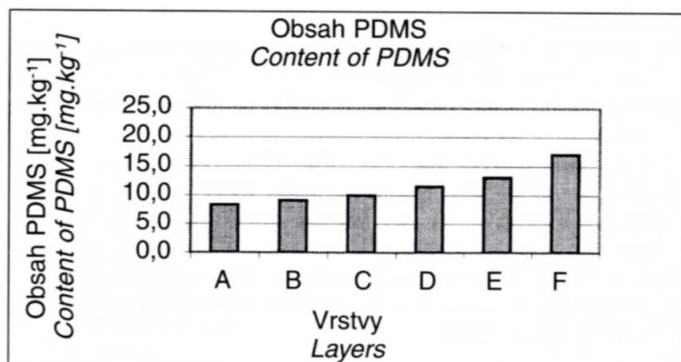
It was proved that the individual technological variants of kiln drying has a statically significant effect on all the selected parameters of malt quality.

Obr. 1/ Fig. 1 Průměry parametrů jakosti sladů/The average values of parameters of malt quality









#### 4.1.1 Vliv teploty pedsoušení

Byl prokázán příznivý vliv nižší teploty pedsoušení na hodnoty barvy, diastatické mohutnosti a friability sladu. Slady, hvozdné nižšími teplotami při pedsoušení měly vyšší obsah PDMS. Závislost ostatních parametrů jakosti sladu na teplotě pedsoušení nebyla vždy jednoznačná.

#### 4.1.2 Vliv teploty dotahování

Slady hvozdné při nízké „dotahovací“ teplotě (hvozdní T5) měly nižší barvu a nižší obsah  $\beta$ -glukanů. Tyto slady měly dále vyšší hodnoty relativního extraktu, diastatické mohutnosti, stupně prokvašení, rozpustného dusíku, friability a vyšší obsah PDMS.

#### 4.2 Vliv vrstvy sladu

Byl prokázán statisticky významný vliv polohy vrstvy sladu na téměř všechny stanovené parametry jakosti sladu, kromě extraktu a stupně prokvašení sladu.

Slady z vyšších vrstev měly nižší barvu, vyšší hodnotu relativního extraktu, vyšší diastatickou mohutnost a vyšší friabilitu. Zde je nutno uvést, že slad z nejvýše položené vrstvy („F“) má již vyšší obsah vláhy a to je hlavní důvod snížení křehkosti sladu. Vzorky sladu z vyšších vrstev měly nižší obsah rozpustného dusíku a výrazně nižší obsah  $\beta$ -glukanů a současně nejvyšší obsah PDMS. V grafech je zřetelně patrná nepřímá závislost obsahu  $\beta$ -glukanů a obsahu PDMS ve vrstvách sladu.

### 5 ZÁVĚR

V laboratorních podmínkách byl prokázán statisticky významný vliv technologie hvozdní – teploty vzduchu při pedsoušení a dotahování sladu na sledované parametry jakosti sladu vyrobeného z jedné odrůdy ječmene.

Byl prokázán statisticky významný vliv polohy vrstvy sladu na sledované parametry jakosti sladu. Tyto výsledky naznačily, že mohou být ovlivněny hodnoty jednotlivých parametrů jakosti sladu, odebraných přímo na lísce hvozdu před promícháním celé partie. Kromě toho tyto laboratorní studie upozornily na možné rozdíly v parametrech jakosti odhvozdného sladu v jednotlivých vrstvách, které mohou vzniknout zvláště při nedostatku vzduchu a nerovnoměrném prostupu vzduchu vřvou hvozdného sladu.

Bylo prokázáno, že hodnoty diastatické mohutnosti a friability sladu mohou spolehlivě vypovídat o průběhu pedsoušení a intenzitě dotažení sladu.

Bylo prokázáno, že technologie hvozdní, která je příznivá pro zachování aktivity  $\beta$ -glukanasy a tím ke snížení obsahu  $\beta$ -glukanů, je nevhodná pro snížení obsahu PDMS ve sladu [7].

#### 4.1.1 Predrying temperature effect

Lower temperature in predrying was established as an element that has favourable effect on the values of colour of malt, on its diastatic power and friability. The malts that were kilned by lower temperatures in the predrying process had higher content of PDMS. As regards the other parameters of the malt quality, the dependancy of the predrying temperature has not been always found as unambiguous.

#### 4.1.2 Kiln temperature effect

The malts dried at a low kiln temperature (kilning T5) had lighter colour and lower content of beta-glucans. These malts had furthermore higher values of relative extract, diastatic power, attenuation degree, soluble nitrogen and friability and higher content of PDMS.

#### 4.2 Malt layer effect

A statistically significant effect of the position of the malt layer was demonstrated on nearly all the determined parameters of malt quality with the exception of extract and malt attenuation degree.

The malts from upper layers had lighter colour, higher value of relative extract, higher diastatic power and higher friability. It should be pointed here, however, that the malt from the top layer („F“) has already a higher humidity content and this characteristic is the main reason for the lowering of the friability of malt. The samples of malt from upper layers had lower content of soluble nitrogen and a substantially lower content of PDMS. The charts show an evident inverse dependence of the content of beta-glucans and of PDMS in malt layers.

### 5 CONCLUSIONS

In laboratory conditions a statistically significant influence was demonstrated of the technology of kilning - air temperature in the predrying and kiln processes of malt on the monitored parameters of the quality of the malt produced from the same variety of barley.

In the same way a statistically significant influence was established of the position of the malt layer on the followed parameters of the quality of malt. These results indicated that there may be an influence on the values of individual parameters of the quality of malt taken off directly from the kiln floor before the whole lot is mixed. Besides, the mentioned laboratory studies drew the attention to the possible differences in the quality characteristics of the dried malt in individual layers that may originate especially at a lack of air and its non-uniform permeation through the layer of the kilned malt.

It was proved that the values of diastatic power and friability of malt can give reliable evidence of the course of the predrying process and the intensity of the final stage of malt kilning.

It was proved that the technology of kilning that is favourable to the conservation of the  $\beta$ -glucanase activity and in this way to the reduction of content of  $\beta$ -glucans is not suitable for the reduction of the content of PDMS in malt [7].

**Literatura**

- [1] NARZISS, L.: Die Technologie der Malzbereitung, 6. Verlag, F. Enke, Stuttgart, 1976
- [2] KUNZE, W.: Technologie Brauer und Mälzer, VLB Berlin, 1994
- [3] PROKEŠ, J.: Kvasny Prum. **40**, 1994, s. 84
- [4] Analytica EBC, 4.Edition, Zürich 1989
- [5] BASAŘOVÁ, G., et al.: Pivovarsko-sladařská analytika Merkanta s.r.o., 1992
- [6] ANDĚL, J.: Matematická statistika, Praha, SNTL, 1978
- [7] PROKEŠ, J.: Hvozdní ve vysoké vrstvě, závěrečná zpráva, VÚPS, Brno, 1996

**References**

- [1] NARZISS, L.: Die Technologie der Malzbereitung, 6. Verlag, F. Enke, Stuttgart, 1976
- [2] KUNZE, W.: Technologie Brauer und Mälzer, VLB Berlin, 1994
- [3] PROKEŠ, J.: Kvasny Prum. **40**, 1994, p.84
- [4] EBC Analytics, 4th Edition, Zurich 1989
- [5] BASAŘOVÁ, G. et al.: Pivovarsko-sladařská analytika, Merkanta s.r.o., 1992
- [6] ANDĚL, J.: Matematická statistika, Praha SNTL, 1978
- [7] PROKEŠ, J.: Hvozdní ve vysoké vrstvě, closing report, VÚPS, Brno, 1996