

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE  
FAKULTA BIOTECHNOLÓGIE A POTRAVINÁRSTVA

Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov

**Význam dormancie novošľachtených odrôd jačmeňa  
sladovníckeho v technológií výroby sladu**

Autoreferát dizertačnej práce  
na udelenie vedecko-akademického titulu philosophiae doctor  
doktorandského študijného programu Technológia potravín  
v študijnom odbore: 6-1-13 Spracovanie poľnohospodárskych produktov

Miriám Líšková, Ing.

Nitra, 2007

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre skladovania a spracovania rastlinných produktov Fakulty biotechnológie a potravinárstva Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Doktorand: Ing. Miriam Líšková  
Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov  
Fakulta biotechnológie a potravinárstva  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúca dizertačnej práce: doc. Ing. Helena Frančáková, CSc.  
Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov  
Fakulta biotechnológie a potravinárstva  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Oponenti: prof. Ing. Otto Ložek, CSc.  
Katedra agrochémie a výživy rastlín  
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

prof. Ing. Štefan Hraška, DrSc.  
Katedra botaniky a genetiky  
Fakulta prírodných vied  
Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Ing. Ľudovít Sleziak, CSc.  
Hordeum s.r.o. Sládkovičovo

Autoreferát bol odoslaný dňa .....

Stanovisko k dizertácii vypracovala Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Obhajoba doktorandskej dizertácie sa koná dňa 26. 9. 2007 o 9:00 h pred komisiou pre obhajobu dizertačných prác v študijnom programe doktorandského štúdia Technológia potravín vo vednom odbore 6-1-13 Spracovanie poľnohospodárskych produktov na Fakulte biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, vymenovanou predsedom odbornej komisie dňa.....

Miesto konania: Katedra hodnotenia a spracovania živočíšnych produktov Fakulta biotechnológie a potravinárstva  
Slovenská poľnohospodárska Univerzita v Nitre,  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra  
Miestnosť: č. 16, 3 poschodie

S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Fakulty biotechnológie a potravinárstva. Predseda komisie pre obhajoby v študijnom programe doktorandského štúdia Technológia potravín vo vednom odbore 6-1-13 Spracovanie poľnohospodárskych produktov.

.....  
prof. Ing. Zdenka Muchová, CSc.  
FBP, SPU v Nitre

## ABSTRAKT

V práci je podrobne skúmaný priebeh dormancie troch perspektívnych novošlachtenov jačmeňa jarného sladovníckeho SK 5374, SK 5734, SK 5976 a kontrolnej odrody Nitran v priebehu niekoľkých týždňov po zbere s cieľom napomôcť k predikcii optimálnej zrelosti jačmeňa sladovníckeho pre sladovanie a prispieť tak k zvýšeniu kvality vyrábaného sladu. V roku 2005 ako prvá ukončila v štvrtom týždni po zbere dormanciu odroda Nitran následne v šiestom týždni ukončili dormanciu ostatné odrody a to v poradí: SK 5976, SK 5374 a SK 5734. V roku 2006 v šiestom týždni po zbere odrody pozberovo dozreli, dormancia v nich odznela a odrody boli pripravené pre proces sladovania v poradí: SK 5976, Nitran a SK 5734. Klimatické podmienky (zberový ročník) ako aj pestovateľská lokalita ovplyvnili priebeh pozberového dozrievania.

Ďalej sa ukázalo, že pozberové dozrievanie (dormancia) ovplyvnilo formovanie technologických parametrov zrna a sladu. Až po pol roku (25 týždňov) po zbere boli odrody po technologickej stránke pripravené pre sladovnícke spracovanie aj keď podľa fyziologických parametrov boli odrody pozberovo zrelé už šiesty týždeň po zbere. V oboch rokoch sa záporná preukazná korelácia s korelačným koeficientom ( $r = -0,7$ ) za rok 2005 a ( $r = -0,5$ ) za rok 2006 potvrdila medzi indexom klíčenia a  $\beta$ -glukanmi v slade. Avšak v roku 2006 dosiahli kladnú preukaznú závislosť s fyziologickým ukazovateľom (index klíčenia) aj relatívny extrakt pri 45 ° ( $r = 0,7$ ) a extrakt ( $r = 0,6$ ). Index klíčenia sa v oboch rokoch prejavil ako najvhodnejší fyziologický ukazovateľ pre posúdenie korelačných vzťahov s technologickými parametrami sladu. Index klíčenia by mohol byť v oblasti sladovníctva využívaný na predikciu sladovníckej kvality, k čomu je však nutné venovať podrobnejší výskum.

## ABSTRACT

In this work, process of dormancy of three newly selected malting barley varieties SK 5374, SK 5734, SK 5976 and control variety Nitran was investigated. Varieties were monitored during some weeks after harvest with the aim to predict optimal ripeness of malting barley to be malted and thus increase quality of produced malt. In the year 2005 Nitran variety finished its dormancy in the fourth week after harvest, and in the six week after harvest dormancy was finished in varieties: SK 5976, SK 5374 a SK 5734. In the year 2006 varieties finished dormancy in the sixth week after harvest: SK 5976, Nitran and SK 5734 and all of them were prepared for malting. Climatic conditions (harvest year), as well as growing locality influenced the process of post harvest ripening.

Moreover we found out that dormancy influenced barley and malt technological parameters formation. Two weeks after harvest varieties were not prepared for malting purposes. Most of them were prepared for malting in the twenty-fifth week after harvest, however according to physiological parameters varieties were post harvest ripe in the sixth week after harvest. In the both years negative significant correlation ( $r = -0,7$ ) in the year 2005 and ( $r = -0,5$ ) in the year 2006 was found between germination index and  $\beta$ -glucans in malt. Moreover in the year 2006 there was significant correlation between germination index and relative extract 45 ° ( $r = 0,7$ ) and extract ( $r = 0,6$ ). Germination index was found as the best physiological parameter for considering the correlation relationship with technological parameters of malt in both years. Germination index should be in malting industry used as the predictor of malting quality, but this needs to be more deeply investigated.

## POUŽITÉ SKRATKY, SYMBOLY A ZNAČKY

HTZ – hmotnosť tisíc zrn	IT – index tvrdosti
BGz – $\beta$ -glukany zrno	IK – index klíčenia
EBC – Európska pivovarnícka komisia	USK – ukazovateľ sladovníckej kvality

<b>1 Úvod</b>	<b>5</b>
<b>2 Cieľ práce</b>	<b>6</b>
<b>3 Materiál a metódy</b>	<b>6</b>
3. 1 Fyziologické parametre jačmeňa	6
3. 2 Technologické parametre jačmeňa	7
3. 3 Technologické parametre sladu	8
3. 4 Technológia laboratórneho sladovania	8
3. 5 Štatistické spracovanie údajov	9
<b>4 Výsledky</b>	<b>9</b>
4. 1 Porovnanie vplyvu dormancie na formovanie fyziologických parametrov zrna jačmeňa za sledované obdobie (2005 a 2006)	9
4. 2 Zhodnotenie vplyvu dormancie na formovanie technologických parametrov zrna jačmeňa za sledované obdobie (2005, 2006)	13
4. 3 Zhodnotenie vplyvu dormancie na formovanie technologických parametrov sladu za sledované obdobie (2005, 2006)	13

4. 4 Hodnotenie vzťahu medzi fyziologickými parametrami jačmeňa a technologickými parametrami sladu v priemere rokov 2005 a 2006	13
4. 5 Vplyv pozberového dozrievania na degradáciu $\beta$ -glukanov v slade v priemere za sledované obdobie (2005, 2006)	14
<b>5 Návrh na využitie poznatkov pre ďalší rozvoj vedy</b>	<b>15</b>
<b>6 Záver</b>	<b>16</b>
<b>7 Použitá literatúra</b>	<b>18</b>
<b>8 Zoznam publikovaných prác autora súvisiace s riešenou problematikou</b>	<b>19</b>

## Ú V O D

Jednou z kľúčových vlastností jačmeňa sladovníckeho je jeho schopnosť klíčiť rýchlo a jednotne. Obdobie od zberu jačmeňa do okamihu, kedy hodnoty klíčivej energie a klíčivosti sú zhodné, nazývame obdobím pozberového dozrievania (dormancie). Dormancia alebo pozberové dozrievanie jačmeňa je pre sladovníkov väčším či menším problémom a otázkou na začiatku každej sladovníckej kampane, pretože je považovaná za významný faktor ovplyvňujúci biologickú a sladovnícku hodnotu. Predtým, keď výroba sladu bola kampaňovou záležitosťou, bola dormancia vnímaná veľmi okrajovo. Riešením bolo neskoršie začatie kampane alebo zahájenie novej kampane z predzásobenia starým, minuloročným jačmeňom. Teraz, keď sa kampaňový cyklus zmenil na takmer nepretržitú prevádzku, stáva sa dormancia, resp. jej dĺžka novým parametrom akosti jačmeňa. V súčasnosti absentujú publikácie skúmajúce priebeh a výstup jačmeňov z dormancie s následným vplyvom na ich sladovnícku kvalitu. Z toho dôvodu lepšie porozumenie fyziologických charakteristík obdobia dormancie môže napomôcť k predikcií optimálnej zrelosti jačmeňa sladovníckeho pre sladovanie a prispieť tak k zvýšeniu kvality vyrábaného sladu. V predkladanej práci sme sa preto zamerali na skúmanie významu dormancie novošľachtených odrôd jačmeňa sladovníckeho v technológií výroby sladu od obdobia zberu až do obdobia sladovníckeho spracovania jačmeňov.

## 2 CIEĽ PRÁCE

a) Vyhodnotiť priebeh dormancie troch perspektívnych novošlachtencov jačmeňa jarného sladovníckeho SK 5374, SK 5734, SK 5976 a kontrolnej odrody Nitran, pestovaných na troch lokalitách Slovenska (skúšobné stanice).

b) Na základe získaných výsledkov vyjadriť podiel odrody, pestovateľskej lokality a agroekologických faktorov na priebeh a dĺžku dormancie pri sledovaných novošlachtencoch.

c) Analyzovať základné fyziologické a technologické parametre uvedeného biologického materiálu a porovnať ich s odrodou Nitran, ktorá patrí medzi odrody s výberovou sladovníckou kvalitou. Následne skúmať vplyv dormancie na formovanie fyziologických parametrov jačmeňa a technologických parametrov jačmeňa a sladu.

d) Určenie najvhodnejšej doby na spracovanie odrôd z pohľadu dĺžky ich dormancie.

e) Vyhodnotiť závislosti technologických parametrov sladu, ktoré sa sledujú v rámci ukazovateľa sladovníckej kvality (USK) od fyziologických parametrov zrna jačmeňa. Na základe výsledkov zvoliť najvhodnejší fyziologický ukazovateľ na určenie predikcie sladovníckej kvality odrody.

## 3 MATERIÁL A METÓDY

V práci sú hodnotené štyri odrody jačmeňa jarného. Kontrolná odroda Nitran a novošlachtence SK 5374, SK 5734, SK 5976, ktoré sú zaradené v odrodových skúškach na skúšobných staniach (SS) Sládkovičovo, Veľké Ripňany a Jakobovany. Vzorky zrna o priemernej hmotnosti 1 kg boli odobraté pri zbere a uskladnené v laboratórnych podmienkach pri teplote 20 °C – 25 °C počas doby uskutočňovania sledovaných analýz.

### METÓDY

Získaný biologický materiál bol podrobený analýzám umožňujúcim potrebné kvalitatívne charakteristiky. V metodike sú použité uznané metódy stanovení v rámci EBC a sú uvedené v: Basařová, G. 1992, Pivovarsko – sladárška analytika, Praha, 1992, Merkanta s. r. o.

#### 3. 1 Fyziologické parametre jačmeňa:

- **Stanovenie klíčivosti (KL):** podľa STN 46 1011-13

Pod pojmom klíčivosť jačmeňa sa rozumie percentuálny podiel všetkých živých zrn schopných klíčiť (optimálna hranica 98 %).

- **Stanovenie energie klíčenia (EK):** podľa STN 46 1011-14

Energia klíčenia je percento vyklíčených zrn v danom čase. Klíčivá energia sa stanoví obvykle po troch dňoch. Je to hodnota, ktorá udáva zdravotný stav jačmeňa a rovnako jeho vhodnosť pre okamžité spracovanie.

- **Výpočet rýchlosti klíčenia (RK) (z údajov EK):** podľa STN 46 1011-14

$$RK = \frac{(5a + 3b + c)}{5}$$

*RK* – rýchlosť klíčenia (%)

*a*- priemerný počet zrn vyklíčených po 24 hodinách od zahájenia skúšky

*b*- priemerný počet zrn vyklíčených od 24 do 48 hodín trvania skúšky

*c*- priemerný počet zrn vyklíčených od 48 do 72 hodín trvania skúšky.

- **Výpočet indexu klíčenia (IK):** podľa STN 46 1011-14

$$IK = \frac{10 \cdot X}{n_{24} + n_{48} \cdot 2 + n_{72} \cdot 3}$$

*IK* – index klíčenia (bezrozmerné číslo)

*X* – energia klíčenia

*n<sub>24</sub> n<sub>48</sub> n<sub>72</sub>* – počet obiliek vyklíčených a odstránených po 24, 48 a 72 hodinách.

### 3. 2 Technologické parametre jačmeňa:

- **Stanovenie podielu zrna I. triedy**
- **Stanovenie hmotnosti tisíc zrn (HTZ)**
- **Stanovenie vlhkosti**
- **Stanovenie indexu tvrdosti (IT)**

Index tvrdosti zrna sa stanovuje na prístroji Perten SKCS 4100 (Single Kernel Characterisation System, Perten North America, Reno, NV, USA). Na spomínanom prístroji je možné stanoviť individuálnu váhu zrna, obsah vlhkosti, priemer zrna a drviacu silu nazývanú ako index tvrdosti. Index tvrdosti sa stanovuje ako priemerná hodnota pri použití 200 zrn jačmeňa. Tie zrná, ktoré preukážu index tvrdosti < 33 sú charakterizované ako mäkké zrná, zrná od 33 do 46 ako stredne mäkké, zrná od 46 do 59 ako polotvrde a zrná > 59 ako tvrdé zrná. Prístroj zmeria iba tie zrná, ktoré majú dĺžku viac ako 2,2 mm. Výsledok sa udáva v %.

- **Stanovenie obsahu hrubého proteínu (HP) podľa Kjeldahla**
- **Stanovenie škrobu (polarimetricky podľa Ewersa)**
  
- **Spektroskopické meranie NIT (Near Infrared Transmission)**

Ide o nedeštrukčné, spektroskopické meranie vlhkosti, hrubého proteínu a škrobu na prístroji Infratec 1225 Food and Feed Analyzer: Foss Tecator, Höganäs, Sweden. Spektrofotometer meria spektrá pri vlnovej dĺžke 850–1050 nm.

### 3.3 Technologické parametre sladu

- **Stanovenie friability sladu (F)**
- **Stanovenie extraktu sladu (E)**
- **Stanovenie relatívneho extraktu pri 45 ° (RE 45)**
- **Stanovenie Kolbachovho čísla v slade (KČ)**
- **Stanovenie dosiahnuteľného stupňa prekvasenia (DSP)**
- **Stanovenie  $\beta$  – glukanov (BG) v zrne a v slade Fluorometricky: podľa (Analytica EBC 3. 11. 2, 1998)**

Extrakt jačmeňa alebo sladu sa meria na prístroji Tecator  $\beta$ -GLUKAN 5700 Analyzér. Fluorescenčné meranie reakcie kalkoflóru s vysokomolekulárnymi reťazcami  $\beta$ -glukanov je uskutočnené za pomoci Prietokového Injekčného Analyzéra (FIA). Reakcia kalkoflóru so vzorkou sa meria pri vlnovej dĺžke 360 nm, a intenzita emisie je meraná pri vlnovej dĺžke 410 nm. Intenzita reakcie emisie vo vzorke je znázornená ako vrchol. Z kalibračného grafu (riedenie so známym množstvom  $\beta$ -glukanov) percento  $\beta$ -glukanov je stanovené. Veľkosť jačmennej alebo sladovej múky na stanovenie má byť < 0,5 mm.

### 3.4 Technológia laboratórneho sladovania

Vzorky jačmeňa boli sladované v mikrosladovni VÚSP v Brne a na šľachtiteľskej stanici Hordeum Sládkovičovo. Pri laboratórnom sladovaní bola použitá nasledovná technológia:

**Máčanie** – trojdenné

1. deň – 3 h. pod vodou 14 °C, 21 h. vzdušná prestávka
2. deň – 6 h. pod vodou 14°C, 18 h. vzdušná prestávka
3. deň – 6 h. pod vodou 14 °C, 18 h. vzdušná prestávka

**Klíčenie** – pri nepretržitom vetraní pri 16 °C. Vzorky boli denne jedenkrát ručne obracané a kyprené. Máčanie a klíčenie trvalo dohromady 6 dní.

**Hvozdenie** – zelený slad bol hvozdený 1 x 24 h. pri doťahovacej teplote 80 °C po dobu 4 h.

**Odkličovanie** – odhvozdené slady boli odkličené v laboratórnej odkličovačke.

### 3.5 Štatistické spracovanie údajov



Výsledky stanovení sú usporiadané v tabuľkách, vyhodnotené graficky a matematicko-štatistickou metódou s použitím programu SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute, Cary, NC 1985). Pri normálnom rozdelení súborov sa na porovnanie priemerov základného súboru použila viacfaktorová analýza rozptylu a na testovanie štatistickej preukaznosti rozdielov: LSD, Scheffeho a Tukeyho test. Na meranie intenzity závislosti parametrov bol použitý Pearsonov korelačný koeficient. Ako ďalší indikátor bol použitý koeficient poradovej korelácie podľa Spearmana. Na porovnanie závislosti jednotlivých hodnôt a zložiek bola ako doplnujúca metóda použitá analýza hlavných komponentov (PCA – Principal Component Analysis). Základné variančno-štatistické charakteristiky a výsledky testovania rozdelenia súborov sú uvedené v prílohách.

## **4 VÝSLEDKY**

### **4.1 Porovnanie vplyvu dormancie na formovanie fyziologických parametrov zrna jačmeňa za sledované obdobie (2005 a 2006)**

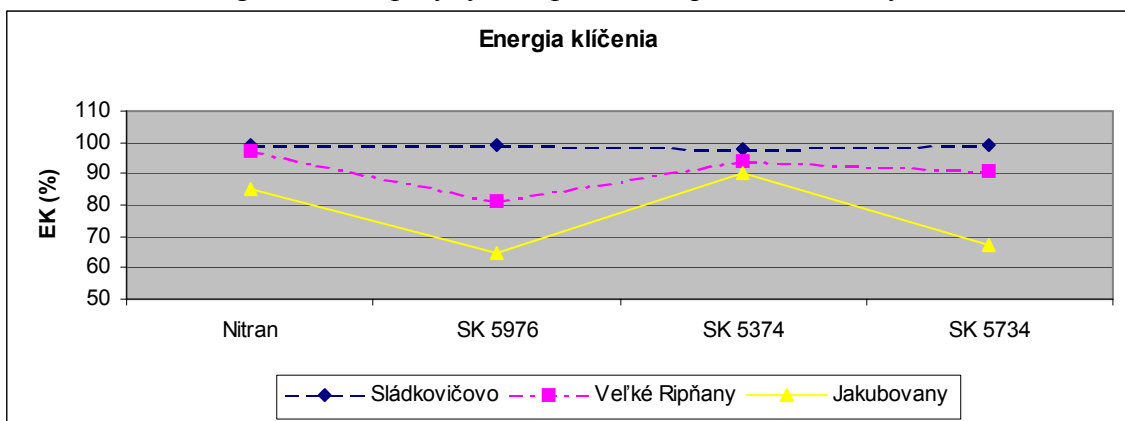
#### **Klíčivosť (KL)**

Z pohľadu lokality sme najvyrovnanejšiu klíčivosť v rokoch 2005 a 2006, v priemere zo všetkých staníc, zaznamenali na stanici Sládkovičovo. V roku 2005 na stanici Jakubovany, ktorá leží v chladnejšej a na zrážky bohatšej výrobnjej oblasti, došlo k poklesu klíčivosti u niektorých odrôd (mikrobiálna kontaminácia) už od dvadsiateho piateho týždňa po zbere v porovnaní so stanicami Sládkovičovo a Veľké Ripňany, kde sme taký pokles nezaznamenali. V roku 2006 sme na stanici Jakubovany nezaznamenali podobné zmeny klíčivosti ako v roku 2005. Zistili sme, že na klíčivosť vplýva nielen pestovateľská lokalita (tab. 1, 2) ale aj poveternostné podmienky počas vegetácie i počas zberu jačmeňa. Podľa Frančákovej (2003), ak sa zber jačmeňa uskutočňuje za priaznivých poveternostných podmienok, je množstvo mikroorganizmov na zrnách význame nižšie ako pri daždivom a vlhkom počasí. Z pohľadu odrody si najvyššiu klíčivosť v rokoch 2005 a 2006 počas celej doby skladovania, v priemere zo všetkých odrôd, zachovala odroda SK 5976 (99 %). Najnižšiu klíčivosť v roku 2005 preukázala odroda SK 5374 (97 %) a v roku 2006 odroda SK 5734 (97 %). Vplyv odrody na klíčivosť bol v oboch rokoch štatisticky nepreukazný.

#### **Energia klíčenia (EK)**

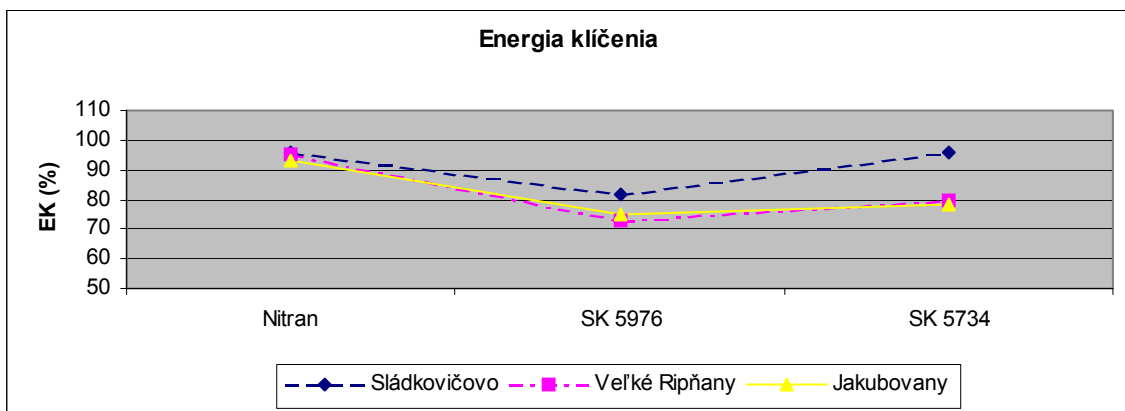
V rokoch 2005 a 2006, z pohľadu lokality, v prvých týždňoch po zbere bola energia klíčenia na stanici Jakubovany (zemiakárska výrobná oblasť) výrazne najnižšia (dormantné zrná) (graf 1, 2). Naopak, najvyrovnanejšiu energiu klíčenia v oboch rokoch preukázali odrody pochádzajúce zo skúšobnej stanice Sládkovičovo (kukuričná výrobná oblasť) (graf 1, 2). Vplyv lokality na energiu klíčenia bol v roku 2005 vysoko štatisticky preukazný (tab. 1). Na energiu klíčenia mali vplyv aj poveternostné podmienky počas vegetácie i počas zberu jačmeňa. Podľa Kenta, Eversa (1994), Carrecka, Christiana (1998) so stúpajúcou zrelosťou zrna dormancia klesá, avšak nízke teploty dormanciu predlžujú a naopak teplé počasie ju znižuje. Aj keď existujú rozdiely medzi pestovateľskými stanicami zistili sme, že z pohľadu odrody, v priemere rokov 2005 a 2006 (prvý týždeň po zbere) mala najnižšiu energiu klíčenia (najhlbšiu dormanciu) odroda SK 5976 (80 %) a najvyššiu energiu klíčenia (najnižšiu dormanciu) odroda Nitran (95 %). Vplyv odrody na energiu klíčenia bol v oboch rokoch štatisticky nepreukazný.

**Graf 1** Energia klíčenia prvý týždeň po zbere z pohľadu lokality za rok 2005



Legenda: EK – energia klíčenia

**Graf 2** Energia klíčenia prvý týždeň po zbere z pohľadu lokality za rok 2006



Legenda: EK – energia klíčenia

### Rýchlosť klíčenia (RK)

V roku 2005 na staniciach Sládkovičovo a Veľké Ripňany dosiahli odrody najvyššiu rýchlosť klíčenia už v štvrtom týždni po zbere (90 %). Na stanici Jakubovany (z pohľadu lokality) v porovnaní s týmito stanicami preukázali odrody najvyššiu rýchlosť klíčenia až v šiestom týždni po zbere (84 %). Odrody pochádzajúce zo staníc Jakubovany a Sládkovičovo dosiahli v roku 2006 vysoké hodnoty rýchlosti klíčenia (83 – 89 %) v šiestom týždni po zbere, pričom najnižšie hodnoty rýchlosti klíčenia v tomto týždni preukázali odrody pochádzajúce zo stanice Veľké Ripňany (75 %). Na všetkých troch staniciach v roku 2006 najvyššiu rýchlosť klíčenia dosiahli odrody až v dvadsiatom piatom týždni po zbere. Stanica Jakubovany a Sládkovičovo v priemere 92 % a stanica Veľké Ripňany 82 %. Zo štatistického vyhodnotenia vyplýva, že vplyv lokality (tab. 1, 2), ako aj ročníka (tab. 3) na rýchlosť klíčenia bol v oboch rokoch štatisticky vysoko preukazný. Rýchlosť klíčenia bola ovplyvnená aj poveternostnými podmienkami počas vegetácie i počas zberu jačmeňa. Z pohľadu odrody, v priemere rokov 2005 a 2006, prvý týždeň po zbere, sa najvyššou rýchlosťou klíčenia (najnižšia dormancia) preukázala odroda Nitran a najnižšou rýchlosťou klíčenia (najhlbšia dormancia) sa preukázala odroda SK 5976.

### **Index klíčenia (IK)**

Riis, Bang-Olsen (1991), navrhli index klíčenia ako mieru vitality obiliek. Index klíčenia je v podstate priemerná rýchlosť klíčenia obiliek v teste na klíčivú energiu. Podľa indexu klíčenia sa dá určiť hĺbka dormancie a rozdiely medzi odrodami. Z pohľadu lokality, v roku 2005 preukázali odrody najvyšší index klíčenia až v šiestom týždni po zbere na stanici Jakubovany v porovnaní so stanicami Sládkovičovo a Veľké Ripňany, kde dosiahli odrody najvyšší index klíčenia už v štvrtom týždni po zbere. V roku 2006 najvyrovnanejší index klíčenia v priemere preukázali odrody pochádzajúce zo skúšobných staníc Sládkovičovo a Jakubovany v šiestom týždni po zbere, a naopak odrody pochádzajúce zo stanice Veľké Ripňany preukázali výrazne nižšie hodnoty indexu klíčenia. Zo štatistického vyhodnotenia vyplýva, že vplyv lokality (tab. 1, 2), ako aj ročníka (tab. 3) na index klíčenia bol v oboch rokoch štatisticky vysoko preukazný. Z pohľadu odrody, v roku 2005 v rámci všetkých troch stanovíšť v priemere najvyšší index klíčenia (najnižšiu dormanciu), prvý týždeň po zbere, dosiahli odrody Nitran (5,9) a SK 5374 (5,9). Najnižší index klíčenia (najhlbšiu dormanciu) dosiahla odroda SK 5734 (5,0). V roku 2006 najvyšší index klíčenia (najnižšiu dormanciu) dosiahla tiež odroda Nitran (5,3) a najnižší index klíčenia (najhlbšiu dormanciu) dosiahla odroda SK 5976 (4,2). U všetkých troch sledovaných staníc v roku 2005 sa najrýchlejšie zvýšila hodnota indexu klíčenia, t. j. vystupovala z dormancie už v druhom týždni po zbere

odroda SK 5374 a naopak najpomalšie odroda SK 5734. V roku 2006 sa najrýchlejšie zvýšila hodnota indexu klíčenia, t. j. vystupovala z dormancie už v druhom týždni po zbere odroda Nitran a naopak najpomalšie odroda SK 5734. Najvyššiu vitalitu (podľa indexu klíčenia) v roku 2005, vykazovali odrody zo staníc Sládkovičovo a Veľké Ripňany, v štvrtom týždni po zbere, podľa nasledovného poradia: SK 5976, SK 5374, Nitran a SK 5734. Na stanici Jakubovany najvyššiu vitalitu dosiahli odrody až v šiestom týždni po zbere a to v poradí: Nitran, SK 5374, SK 5976 a SK 5734. V roku 2006 najvyššiu vitalitu (podľa indexu klíčenia) na sledovaných staniach vykazovali odrody až v dvadsiatom piatom týždni po zbere v poradí: SK 5976, Nitran a SK 5734. Odroda SK 5374 sa v roku 2006 nepestovala. Na základe dosiahnutého indexu klíčenia môžeme zoradiť odrody podľa ich vitality z oboch rokov 2005 a 2006 nasledovne: **SK 5976 (najvitálnejšia), SK 5374, Nitran, SK 5734 (najmenej vitálna).**

**Tabuľka 1** Štatistické hodnotenie (ANOVA) z pohľadu lokality (2005)

Parameters	Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
<b>EK</b>	Model	2	2045.527778	1022.763889	17.41	<.0001
<b>IK</b>	Model	2	6.63250000	3.31625000	3,91	0.0247
<b>RK</b>	Model	2	3442.93750	1721.46875	13.92	<.0001
<b>KL</b>	Model	2	41.0277778	20.5138889	13.44	<.0001

*Legenda: EK-energia klíčenia, IK-index klíčenia, RK-rýchlosť klíčenia, KL-klíčivosť*

**Tabuľka 2** Štatistické hodnotenie (ANOVA) z pohľadu lokality (2006)

Parameters	Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
<b>EK</b>	Model	2	51.481548	25.740774	0.63	0.5373
<b>IK</b>	Model	2	17.80942857	8.90471429	6.53	0.0036
<b>RK</b>	Model	2	2342.33643	1171.16821	5.30	0.0092
<b>KL</b>	Model	2	17.69285714	8.84642857	17.74	<.0001

*Legenda: EK-energia klíčenia, IK-index klíčenia, RK-rýchlosť klíčenia, KL-klíčivosť*

**Tabuľka 3** Štatistické hodnotenie (ANOVA) z pohľadu ročníka 2005/2006

Parameters	Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
<b>IK</b>	Model	1	6.75000000	6.75000000	11.95	0.0011
<b>RK</b>	Model	1	840.571204	840.571204	8.80	0.0045

*Legenda: EK-energia klíčenia, IK-index klíčenia, RK-rýchlosť klíčenia, KL-klíčivosť*

#### 4. 2 Zhodnotenie vplyvu dormancie na formovanie technologických parametrov zrna jačmeňa za sledované obdobie (2005, 2006)

Z pohľadu pestovateľského ročníka rok 2006 mal na formovanie technologických parametrov zrna jačmeňa priaznivejší vplyv ako rok 2005. Zo štatistického vyhodnotenia však

vyplýva, že vplyv ročníka na formovanie technologických parametrov zrna jačmeňa nebol štatisticky preukazný. Zo získaných výsledkov môžeme vyvodit' závery, že obsah škrobu sa vplyvom pozberového dozrievania (dormancie) mení (klesajúca tendencia), naopak obsah hrubého proteínu sa nemení. Pestovateľská lokalita výrazne ovplyvnila obsah škrobu, hrubého proteínu, index tvrdosti, podiel I. triedy, hmotnosť tisícich zrn a obsah  $\beta$ -glukanov v zrne. Vplyv odrody sa prejavil pri ukazovateľoch index tvrdosti, podiel I. triedy, hmotnosť tisícich zrn a obsah  $\beta$ -glukanov v zrne. Preukazne kladná korelácia sa nám v oboch rokoch potvrdila medzi HTZ a obsahom BGz, kde sme v oboch ukazovateľoch namerali najvyššie hodnoty pri odrode SK 5734. Index tvrdosti preukazne záporne koreloval s HTZ, kde sme na stanici Jakubovany namerali najvyššiu HTZ a zároveň najnižší IT.

#### **4. 3 Zhodnotenie vplyvu dormancie na formovanie technologických parametrov sladu za sledované obdobie (2005, 2006)**

Výsledky ukázali, že v roku 2005 došlo vplyvom pozberového dozrievania štatisticky preukazne k zvýšeniu jednotlivých sladovníckych parametrov ako sú: extrakt, relatívny extrakt pri 45°, Kolbachovo číslo, dosiahnuteľný stupeň prekvasenia, friabilita a k zníženiu obsahu  $\beta$ -glukanov v slade. Výrazný bol aj vplyv pestovateľskej lokality (vo väčšine ukazovateľov preukazný) a odrody na formovanie sladovníckych parametrov. V roku 2006 pestovateľská lokalita ako aj odroda ovplyvnili formovanie kvality technologických parametrov sladu. Ďalej sme zistili, že pozberovým dozrievaním sa zvýšili sladovnícke ukazovatele ako sú: extrakt, relatívny extrakt pri 45°, Kolbachovo číslo, friabilita a znížil sa obsah  $\beta$ -glukanov v slade. Reuss (2006) zistil, že sladovanie dormantných jačmeňov spôsobilo zmeny v sladovníckych ukazovateľoch: Kolbachovo číslo, obsah  $\beta$ -glukanov v sladine, diastatická mohutnosť a konečný stupeň prekvasenia.

#### **4. 4 Hodnotenie vzťahu medzi fyziologickými parametrami jačmeňa a technologickými parametrami sladu v priemere rokov 2005 a 2006**

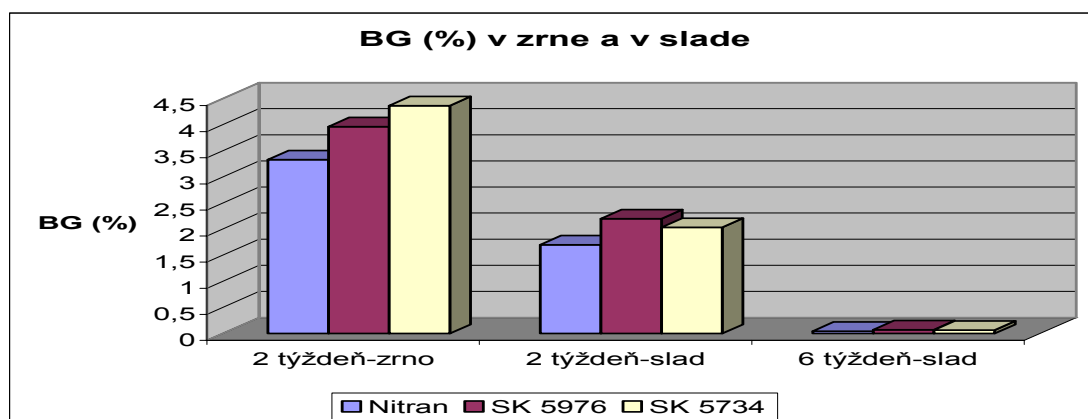
Pri porovnaní oboch rokov 2005 a 2006 sme zistili, že závislosť medzi fyziologickými parametrami jačmeňa a technologickými parametrami sladu (korelačné koeficienty) sa v oboch rokoch líšili. V týchto rokoch sa záporná korelačná závislosť s korelačným koeficientom ( $r = -0,7$ ) za rok 2005 a ( $r = -0,5$ ) za rok 2006 potvrdila medzi indexom klíčenia a  $\beta$ -glukanmi v slade. Znamená to, že so zvyšovaním indexu klíčenia (pozberovým dozrievaním) klesá obsah  $\beta$ -glukanov v slade. V iných ukazovateľoch sme nezaznamenali, v oboch rokoch, tú istú preukaznú závislosť. Avšak v roku 2006 dosiahli kladnú preukaznú závislosť s fyziologickými

ukazovateľmi, konkrétne s indexom klíčenia aj relatívny extrakt pri 45 °C ( $r = 0,7$ ) a extrakt ( $r = 0,6$ ). Woonton (2005) a zistil, že index klíčenia (IK) by mohol byť využívaný ako prediktor schopnosti zrn produkovať enzýmy v procese sladovania a ako prediktor kvality sladu. Autor zistil vysoký korelačný koeficient ( $r = 0,7$ ) medzi IK a enzymatickou aktivitou ( $\alpha$ -amylázy a  $\beta$ -glukanázy) a korelačný koeficient ( $r = 0,8$ ) medzi indexom klíčenia a Kolbachovým číslom a medzi IK a extraktom ( $r = 0,5$ ). Index klíčenia sa v oboch rokoch prejavil ako najvhodnejší fyziologický ukazovateľ pre posúdenie korelačných vzťahov s technologickými parametrami sladu. IK by mohol byť v oblasti sladovníctva využívaný na predikciu sladovníckej kvality, k čomu je však nutné venovať podrobnejší výskum.

#### **4. 5 Vplyv pozberového dozrievania na degradáciu $\beta$ -glukanov v slade v priemere za sledované obdobie (2005, 2006)**

Výsledky ukázali, že z pohľadu lokality, v priemere najviac  $\beta$ -glukanov v zrne, v oboch rokoch kumulovali odrody pochádzajúce zo stanice Sládkovičovo (aridná oblasť). Rozdiely medzi odrodami podľa analýzy rozptylu boli štatisticky preukazné, s najnižším obsahom  $\beta$ -glukanov v zrne pri odrode Nitran a s najvyšším obsahom pri odrode SK 5734 (graf 3). Ďalej sme zistili, že medzi testovanými odrodami novošlachtencov existujú rozdiely v rozsahu degradácie  $\beta$ -glukanov. V šiestom týždni po zbere bola degradácia (99 %) v porovnaní s druhým týždňom (50 %) výraznejšia, práve z dôvodu pozberového dozrievania jačmeňov (graf 3). Z pohľadu odrody, najvýraznejšia bola degradácia  $\beta$ -glukanov v slade v druhom, aj v šiestom týždni po zbere u odrody SK 5734 (v priemere zo 4,3 % na 0,07 %). Z pohľadu lokality, najvýraznejšia bola degradácia  $\beta$ -glukanov v slade na stanici Sládkovičovo. Štatisticky vysoko preukazné boli rozdiely medzi druhým a šiestym týždňom, v prospech šiesteho týždňa po zbere (najvýraznejšia degradácia). Zo získaných výsledkov sa ďalej potvrdil vplyv odrody na obsah a na degradáciu  $\beta$ -glukanov v slade. Zo štatistického vyhodnotenia vyplýva, že preukazne je možné odlíšiť odrodu Nitran (najmenej výrazná degradácia) a odrodu SK 5734 (najvýraznejšia degradácia). Z toho dôvodu, že pozberové dozrievanie ovplyvňuje degradáciu  $\beta$ -glukanov v slade a tým aj kvalitu vyrábaného sladu, odporúčali by sme jačmene po zbere nechať aspoň šesť týždňov pozberovo dozrieť. Na sladovnícke účely by bolo najvhodnejšie použiť odrody s nižším počiatočným obsahom  $\beta$ -glukanov v zrne jačmeňa, aby sa zaručila dokonalá degradácia  $\beta$ -glukanov vo vyrábanom slade. Dôležitý je aj výber pestovateľskej lokality. Najvhodnejšie sú lokality humídnejšie a menej vhodné sú lokality arídne, kde je predpoklad vyššej kumulácie  $\beta$ -glukanov v zrne jačmeňa.

**Graf 3**  $\beta$ -glukany v zrne a v slade druhý a šiesty týždeň po zbere



*Legenda: BG -  $\beta$ -glukany*

## 5 NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV PRE ĎALŠÍ ROZVOJ VEDY

Naše poznatky o možných zmenách sladovníckej kvality jačmeňov ovplyvnených dormanciou prehĺbujú doterajšie poznanie zmien technologických parametrov v období pozberového dozrievania jačmeňov.

Na základe nami získaných výsledkov pre ďalšiu vedeckú prácu navrhujeme:

a) Monitorovať priebeh a výstup jačmeňov z dormancie na základe fyziologických parametrov jačmeňa, z dôvodu pripravenosti jačmeňov na sladovnícke spracovanie. Odrody potrebovali aspoň štyri až šesť týždňov, aby po fyziologickej stránke ukončili dormanciu a boli pripravené pre proces sladovania. Zároveň je potrebné venovať pozornosť zachovaniu vitality, počas obdobia uskladnenia jačmeňov, čo môže mať dopad na sladovnícku kvalitu jačmeňov.

b) Medzi jednotlivými odrodami sú rozdiely v dĺžke dormancie, a preto je veľmi dôležité z pohľadu spracovania vedieť, ktoré odrody je možné spracovať na začiatku kampane a ktoré v neskoršom období.

c) Monitorovať a regulovať dobu pozberového dozrievania jačmeňov, vo vzťahu k formovaniu technologických parametrov sladu, hodnotených v rámci ukazovateľa sladovníckej kvality (USK). Pozberové dozrievanie ovplyvňuje formovanie všetkých technologických parametrov sladu, ako sú: extrakt, relatívny extrakt pri 45 °C, Kolbachovo číslo, dosiahnuteľný stupeň prekvasenia, friabilita a obsah  $\beta$ -glukanov v slade.

d) Prehĺbiť výskum v oblasti vzťahu medzi pozberovým dozrievaním jačmeňov a degradáciou  $\beta$ -glukanov v slade. Odporúčame jačmene po zbere nechať aspoň šesť týždňov pozberovo dozrieť, nakoľko sme zistili, že slad vyrobený šiesty týždeň po zbere sa vyznačuje nižším obsahom  $\beta$ -glukanov ako slad vyrobený druhý týždeň po zbere. Na sladovnícke účely

by bolo najvhodnejšie použiť odrody s nižším počiatočným obsahom  $\beta$ -glukanov v zrne jačmeňa, aby sa zaručila dokonalá degradácia  $\beta$ -glukanov vo vyrábanom slade. Dôležitý je aj výber pestovateľskej lokality. Najvhodnejšie sú lokality humídnejšie a menej vhodné sú lokality arídne, kde je predpoklad vyššej kumulácie  $\beta$ -glukanov v zrne jačmeňa.

e) Podrobnejšie skúmať závislosť medzi fyziologickým ukazovateľom (index klíčenia) a technologickými parametrami sladu, ktoré sa sledujú v rámci ukazovateľa sladovníckej kvality (USK), s cieľom predikovať podľa indexu klíčenia sladovnícku kvalitu odrody. Zistili sme, že index klíčenia sa prejavil ako najvhodnejší fyziologický ukazovateľ pre posúdenie korelačných vzťahov s technologickými parametrami sladu. Index klíčenia preukázne koreloval s obsahom  $\beta$ -glukanov v slade, s extraktom a s relatívnym extraktom pri 45 °C. Tejto problematike sa začína vo svete venovať zvýšená pozornosť. Na Slovensku sa v rámci vedeckých publikácií tomuto problému zatiaľ nevenovala pozornosť.

## 6 ZÁVER

Zaistenie dodávok jačmeňa sladovníckeho s vyrovnanou kvalitou k sladovaniu, v priebehu celého roka, do doby nastávajúceho zberu, je stále problematické. Vplyv dormancie sa pri sladovaní môže prejavovať nerovnomerným nástupom a rozdielnou rýchlosťou klíčenia obiliek jačmeňa.

Na základe získaných výsledkov odporúčame, z pohľadu lokality, najprv zosladovať jačmene pochádzajúce z teplejších výrobných oblastí a potom spracovať jačmene z chladnejších, vyššie položených oblastí. Ďalej by sme odporučili, z pohľadu odrody, najskôr spracovať najvitálnejšie odrody, medzi ktoré sme zaradili odrodu Nitran. Dormanciu ukončila v období štvrtý až šiesty týždeň po zbere v priemere rokov 2005 a 2006. Ďalej odporúčame spracovať odrodu SK 5734, ktorá potrebuje aspoň šesť až dvadsať päť týždňov aby fyziologicky dozrela. Preukázala zo všetkých odrôd najnižšiu vitalitu. Ako poslednú odporúčame spracovať odrodu SK 5976, ktorá si až do dvadsiateho piateho týždňa po zbere zachovala vysokú vitalitu, hoci dormanciu ukončila už v šiestom týždni po zbere. Testované novošlachtence by sme mohli podľa priebehu a dĺžky ich dormancie rozdeliť do určitých sladovníckych kategórií. Do prvej kategórie by spadali odrody živšie a to s krátkou dobou dormancie (štyri až šesť týždňov). Sem by sme zaradili kontrolnú odrodu Nitran, ktorá je vhodná na spracovanie už od štvrtého týždňa po zbere. Do druhej kategórie by spadali odrody so strednou dĺžkou dormancie (šesť až dvadsať päť týždňov). Sem by sme zaradili odrody SK



5374, SK 5976 a SK 5734, ktoré sú vhodné na spracovanie od šiesteho týždňa po zbere. Toto poradie sme zostavili z výsledkov podľa energie, rýchlosti a indexu klíčenia.

Výsledky ukázali, že pozberové dozrievanie (dormancia) výrazne ovplyvnilo formovanie technologických parametrov zrna a sladu. Dva týždne po zbere odrody neboli pripravené pre sladovnícke použitie (prevládala dormancia). Niektoré odrody ani do šiestich týždňov po zbere neukončili dormanciu. **Až po pol roku (25 týždeň) po zbere boli odrody po technologickej stránke pripravené pre sladovnícke spracovanie**, aj keď podľa fyziologických parametrov (klíčivosť, energia klíčenia, rýchlosť klíčenia, index klíčenia) boli odrody pozberovo zrelé už šiesty týždeň po zbere. Z nameraných výsledkov konštatujeme, že kontrolná odroda Nitran sa takmer vo všetkých technologických parametroch prejavila ako najkvalitnejšia odroda vhodná na sladovnícke použitie. Naopak novošlachtence SK 5734 a SK 5976 nespĺňali v niektorých parametroch požiadavky ukazovateľa sladovníckej kvality (USK). Dosiahli bodové hodnotenie (1). Odrody, ktoré dosiahnu v rámci USK 3,99 bodov a menej sú označené ako nesladovnícke. Novošlachtenec SK 5374 bol z odrodových skúšok v roku 2006 vyradený pre nesplnenie požiadaviek na sladovnícku odrodu. Zistili sme, že aj novošlachtence SK 5976 a SK 5734 by nebolo vhodné na základe zistených výsledkov využívať ako sladovnícke odrody. Uplatnenie by mohli mať ako odrody nesladovnícke. Z pohľadu pestovateľskej lokality sme zistili, že aj pestovateľské miesto vplyva na kvalitu technologických parametrov. Zo štatistického vyhodnotenia ďalej vyplýva, že vplyv ročníka na formovanie technologických parametrov sladu nebol štatisticky preukazný.

Ďalej sme zistili, že index klíčenia sa v oboch rokoch prejavil ako najvhodnejší fyziologický ukazovateľ pre posúdenie korelačných vzťahov s technologickými parametrami sladu. V oboch rokoch sa záporná preukazná korelácia s korelačným koeficientom ( $r = -0,7$ ) za rok 2005 a ( $r = -0,5$ ) za rok 2006 potvrdila medzi indexom klíčenia a  $\beta$ -glukanmi v slade. Znamená to, že so zvyšovaním indexu klíčenia (pozberovým dozrievaním) klesá obsah  $\beta$ -glukanov v slade. Index klíčenia by mohol byť v oblasti sladovníctva využívaný na predikciu sladovníckej kvality, k čomu je však nutné venovať podrobnejší výskum.

## 7 POUŽITÁ LITERATÚRA

BASAŘOVÁ, G. et al. 1992. Pivovarsko – sladárská analytika, Praha, 1992, Merkanta s. r. o., 388 s.

CARRECK, N. L. - CHRISTIAN, D. G. 1998. A study of grain dormancy and viability in spring barley. In: Journal of Cereal Science. 1998. Crop and Disease management Department, IACR-Rothamsted, AL52JQ, UK.

EBC-ANALYTICA, EBC-Analysis-Committee Eds. 1998, Nurnberg, Germany: Verlag Hans Carl Getranke-Fachverlag.

FRANČÁKOVÁ, H. 2003. Pozberové dozrievanie a dormancia zrn jačmeňa. In: Jačmeň - biológia, pestovanie, využívanie. Nitra: Agrogenofond, 2003, s.151-152, ISBN 80-69068-2-8.

KENT, N. L. - EVERS, A. D. 1994. Kent's Technology of Cereals, 4<sup>th</sup>, Elsevier Science Ltd., 334 p., ISBN 0 08 040833 8.

OGUSI, K – LIM, P. – BARR, A. R. - TAKAHASIL, S – ASAKURA, T. – ITO, K. 2002. Japanese barley meets Australia: Quality performance of malting barley grown in different countries. In: Journal Institute of Brewing, vol. 108, 2002, no. 3, p. 303–309.

REUSS, R. – CASSELLS, J. – GREEN, J. – WILLIS, T. – NISCHWITZ, R. 2006. In: The effect of storage conditions on post-harvest maturation and maltability of barley. <http://sgrl.csiro.au/news/BTS%20barley%20storage.pdf> (15.02. 2006)

RISS, P. - BANG-OLSEN, K. 1991. Germination profile – A new term in malting barley analysis. In: Proceedings of the 23<sup>rd</sup> European Brewery Convention, Lisabon, 1991, p. 100-108. STN 46 1011-13: 2005, Stanovenie klíčivosti sladovníckeho jačmeňa.

STN 46 1011-14: 2005, Stanovenie energie klíčenia a citlivosti na vodu sladovníckeho jačmeňa.

WOONTON, B. – JACOBSEN, J. V. – SHERKAT, F. – STUART, I. M. 2005 a. Changes in germination and malting quality during storage of barley. In: Journal of the Institute of Brewing, vol. 111, 2005, no.1, p. 33-41.

## **7 ZOZNAM PUBLIKOVANÝCH PRÁC AUTORA SÚVISIACE S RIEŠENOU PROBLEMATIKOU**

- 1, LÍŠKOVÁ, M. - FRANČÁKOVÁ, H. 2006. Vzťahy medzi dormanciou jačmeňa a parametrami klíčivosti. In: IV. Vedecká konferencia študentov a doktorandov s medzinárodnou účasťou, Nitra, 2006, SPU, s. 87, ISBN 80-8069-691-8.
- 2, LÍŠKOVÁ, M. 2006. Význam dormancie novošlachtených odrôd sladovníckeho jačmeňa v technológií výroby sladu. Písomná práca na dizertačnú skúšku, Nitra, 2006, 82 s.
- 3, FRANČÁKOVÁ, H – LÍŠKOVÁ, M. 2006. Nutričné parametre jačmeňa jarného nahého k potravinárskemu využitiu. In: Zborník vedeckých prác z II. Vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Nitra, 2006, SPU, s. 114-117, ISBN 80-8069-767-1.
- 4, LÍŠKOVÁ, M. - FRANČÁKOVÁ, H. 2007. Vplyv pozberového dozrievania na degradáciu  $\beta$ -glukanov v slade In: V. Vedecká konferencia študentov a doktorandov s medzinárodnou účasťou, Nitra, 2007, SPU, s. 69, ISBN 978-80-8069-874-4.
- 5, LÍŠKOVÁ, M. - FRANČÁKOVÁ, H. 2007. The relationship between post-harvest ripening and  $\beta$ -glucans degradation in malt. In: V. Konferencja Biotechnologia: dzis na uniwersytecie technologiczno-przyrodniczym, jutro w regionie kujawsko-pomorskim, 2007, Streszczenia Bydgoszcz, s. 29.