

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

Katedra agrochémie a výživy rastlín

**Regulácia dusíkatej výživy pri alternatívnom pestovaní ozimného jačmeňa  
(*Hordeum vulgare* L.) na krmne a sladovnícke účely**

Autoreferát dizertačnej práce  
na získanie vedecko-akademickej hodnosti philosophiae doctor  
vo vednom odbore 41-03-9  
Agrochémia a výživa rastlín

Ing. Mária Benčíková

Nitra 2009

Dizertačná práca bola vypracovaná v externej forme doktorandského štúdia na Katedre agrochémie a výživy rastlín Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Doktorand: Ing. Mária Benčíková  
Katedra agrochémie a výživy rastlín  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúci dizertačnej práce: doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.  
Katedra agrochémie a výživy rastlín, FAPZ  
SPU v Nitre

Oponenti:

prof. Ing. Jaroslav Hlušek, CSc.  
Ústav agrochemie, půdoznalectví, mikrobiologie a výživy  
rostlin, MZLU Brno

doc. Ing. Helena Frančáková, CSc.  
Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov,  
FBP, SPU v Nitre

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

Autoreferát bol rozoslaný dňa .....

Stanovisko k dizertácii vypracovala Katedra agrochémie a výživy rastlín  
FAPZ SPU v Nitre.

Obhajoba doktorandskej práce sa koná dňa..... o ..... h pred  
komisiou pre obhajobu dizertačných prác vedného odboru 41-03-9 Agrochémia a výživa  
rastlín na Fakulte agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre.

Miesto konania: Katedra .....  
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov  
Slovenská poľnohospodárska univerzita  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Miestnosť:  
S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Fakulty agrobiológie  
a potravinových zdrojov SPU v Nitre.

Predseda komisie pre obhajoby v študijnom odbore

prof. Ing. Otto Ložek, CSc  
predseda SOK Agrochémie a výživy rastlín

## ABSTRAKT

Predkladaná dizertačná práca sa zaoberá riešením alternatívneho pestovania jačmeňa ozimného (odrod Barcelona a Babylone) a vplyvom dusíkatého hnojenia na jeho úrody a kvalitatívne parametre zrna na kŕmne a sladovnícke využitie. Využitie na kŕmne účely zahŕňa aj možnosť tvorby miešaniek pre výživu poľovnej zveri.

Trojročný maloparcelkový pokus bol realizovaný počas rokov 2003 až 2006 na skúšobnej stanici ÚKSÚP-u Veľké Ripňany v repnej výrobnjej oblasti. Na sledovaných variantoch bolo paušálne aplikované základné hnojenie pred sejbou v dávke 30 kg N.ha<sup>-1</sup>. Rozdiely v hnojení na jednotlivých variantoch boli zrealizované až v období regeneračného hnojenia, kedy boli aplikované diferencované dávky dusíka vo forme liadku amónneho s dolomitom (LAD), ktorým sa hnojilo na hladinu „0“, 50, 70 a 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Počas vegetácie ozimného jačmeňa boli sledované nasledovné parametre: dynamika zmien koncentrácie makroprvkov počas vegetácie, odber makroživín počas vegetácie a kŕmne hodnoty jačmeňa ozimného. Po zbere boli stanovené biologické (klíčovosť) a mechanicko-fyzikálne (vlhkosť, HTZ, objemová hmotnosť) parametre zrna a obsah dusíkatých látok a škrobu v zrne. Podľa obsahu dusíkatých látok v zrne boli vyselektované vzorky vhodné na sladovnícke spracovanie a v nich sa stanovili technologické parametre (relatívny extrakt pri 45°C, stupeň prekvasenia, dusík v sladine, obsah β-glukanov, aktivita β-glukanázy a ďalšie).

Z výsledkov vyplýva, že vyššie úrody zrna v priemere troch rokov dosahovala odroda Barcelona (6,7 t.ha<sup>-1</sup>), zatiaľ čo odroda Babylone dosiahla v priemere 6,4 t.ha<sup>-1</sup>. V ďalších ukazovateľoch sa potvrdilo, že odroda Babylone vykazovala typické parametre kŕmnej odrody, čoho dôkazom boli vysoké hodnoty NL v zrne a nižšie hodnoty škrobu. Technologické sladovnícke hodnoty boli sledované len pri odrode Barcelona, pri ktorej boli dosiahnuté optimálne hodnoty NL a niektorých sladovníckych parametrov zrna (stupeň prekvasenia, relatívny extrakt pri 45°C, Kolbachovo číslo) pri úrovni hnojenia na hladinu 50 a 70 kg N.ha<sup>-1</sup> v pôde. V tomto kontexte je odroda Barcelona vhodná na sladovnícke využitie, zatiaľ čo odroda Babylone hlavne na kŕmne účely.

**Kľúčové slová:** jačmeň ozimný, hnojenie dusíkom, dusíkaté látky, škrob, relatívny extrakt, β-glukany, kŕmne využitie, sladovnícke účely

## ABSTRACT

Submitted dissertation work deals with alternative growing of winter barley (variety of Barcelona and Babylone) for feeding and malting purposes and influence of nitrogen fertilization on yields and quality parameters of grain. Utilization for feeding purposes includes possibility for formation of mixtures for game nutrition. Three-year small-plot experiment was realized on the course of years 2003-2006. In investigated treatments fundamental fertilization was applied before seeding at the rate of 30 kg N.ha<sup>-1</sup>. Differentiated fertilization with nitrogen in the form of ammonium nitrate with dolomite (LAD) was realized at the time of regeneration fertilization to reach the level of „0“, 50, 70 and 100 kg N.ha<sup>-1</sup> in soil of respective treatments. During winter barley growing season the following characteristics were determined: dynamics of macronutrient concentration changes, macronutrients uptake and feeding parameters of winter barley. There were determined biological (germination) and mechanico-physical (moisture, thousand kernel weight, volume weight) grain parameters as well as content of crude

protein and starch in grain after harvest of winter barley. Based on crude protein content in grain the samples suitable for malting processing were selected and the following technological parameters (relative extract at 45°C, degree of fermentation, content of nitrogen in malt, content of  $\beta$ -glucans, activity of  $\beta$ -glucanase and others) were determined in them. On the average of three years higher yield of grain was gained in variety of Barcelona (6,7 t.ha<sup>-1</sup>) whereas variety of Babylone achieved the yield of 6,4 t.ha<sup>-1</sup> of grain on the average. Also the further parameters confirmed that variety of Babylone shows typical characteristics of feeding variety what was proved by high values of crude protein in grain and lower values of starch. Technological malting characteristics were investigated only in variety of Barcelona in which optimal values of crude protein and some optimal malt parameters (degree of fermentation, relative extract 45°C, Kolbach number) at fertilization on the level of 50 and 70 kg N.ha<sup>-1</sup> in soil were achieved. In this context variety of Barcelona is one suitable especially for malting utilization, whereas variety of Babylone is favourable mainly for feeding purposes.

**Key words:** winter barley, nitrogen fertilization, crude protein, starch, relative extract,  $\beta$ -glucans, feeding purposes, malting utilization

## POUŽITÉ OZNAČENIA

ADP	adenozíndifosfát
ATP	adenozíntrifosfát
DC	označenie rastovej fázy
DNA	deoxyribonukleová kyselina
FAOSTAT	FAO statistics
GPS	ganz pflanzen system – systém zberu za zelena
IFPRI	International Food Policy Research
KVO	kukurličná výrobná oblasť
MP SR	Ministerstvo pôdohospodárstva SR
NaHCO <sub>3</sub>	hydrogénuhličitan sodný
NE	netto energia
NEL	netto energia laktácie
NEV	netto energia výkrmu
NL	dusíkaté látky
N <sub>t</sub>	celkový dusík
P	prílohy
RE 45°	relatívny extrakt pri 45°C
RNA	ribonukleová kyselina
RVO	repná výrobná oblasť
ZVO	zemiaková výrobná oblasť

## OBSAH

ÚVOD	5
1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY	
1.1 Požiadavky jačmeňa ozimného na pôdno-klimatické podmienky	

	a agrochemické požiadavky	5
1.2	Výživa a hnojenie jačmeňa ozimného	6
1.3	Využitie jačmeňa ozimného na sladovnícke účely	7
1.4	Proces sladovania	8
2	CIEĽ	9
3	MATERIÁL A METÓDY	9
3.1	Organizácia pokusu	10
3.2	Agrochemické analýzy pôdy a rastlinného materiálu	10
	3.2.1 <i>Agrochemická analýza pôdy</i>	10
	3.2.2 <i>Agrochemická analýza rastlinného materiálu</i>	10
	3.2.3 <i>Hodnotenie sladovníckych parametrov zrna jačmeňa ozimného</i>	10
	3.2.3.1 <i>Hodnotenie fyzikálno-mechanických parametrov</i>	10
	3.2.3.2 <i>Hodnotenie biochemických parametrov zrna</i>	10
	3.2.3.3 <i>Hodnotenie kvalitatívnych parametrov sladu</i>	11
3.3	Ekonomické hodnotenie hnojenia	11
3.4	Matematicko-štatistické hodnotenie výsledkov	11
4	SÚHRN VÝSLEDKOV S UVEDENÍM NOVÝCH POZNATKOV A NÁVRHOM NA VYUŽITIE PRE ĎALŠÍ ROZVOJ VEDY	11
4.1	Vyhodnotenie úrody jačmeňa ozimného	11
4.2	Hodnotenie klíčivosti jačmeňa ozimného	12
4.3	Hodnotenie mechanicko-fyzikálnych parametrov jačmeňa ozimného	12
4.4	Hodnotenie závislosti obsahu N- látok a škrobu v zrne od hnojenia dusíkom	13
	4.4.1 <i>Hodnotenie obsahu dusíkatých látok</i>	13
	4.4.2 <i>Hodnotenie obsahu škrobu v zrne</i>	14
4.5	Hodnotenie technologických parametrov sladu pri odrode Barcelona	14
	4.5.1 <i>Vyhodnotenie relatívneho extraktu pri 45°C</i>	14
	4.5.2 <i>Vyhodnotenie stupňa prekvasenia</i>	14
	4.5.3 <i>Vyhodnotenie obsahu proteínov v slade</i>	15
	4.5.4 <i>Vyhodnotenie Kolbachovho čísla</i>	15
	4.5.5 <i>Hodnotenie friability</i>	16
	4.5.6 <i>Hodnotenie rozpustného dusíka v sladine</i>	17
	4.5.6 <i>Hodnotenie obsahu <math>\beta</math>-glukanov a aktivity <math>\beta</math>-glukanázy</i>	17
4.6	Dynamika zmien koncentrácie živín v sušine nadzemnej biomasy a odber živín	18
4.7	Vyhodnotenie ekonomických parametrov	18
4.8	Prehľad štatistického vplyvu pokusných faktorov na sledované parametre	19
5	NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV PRE ĎALŠÍ ROZVOJ VEDY	19
6	ZÁVERY A VYUŽITIE PRE PRAX	20
7	POUŽITÁ LITERATÚRA	21
8	ZOZNAM PUBLIKOVANÝCH PRÁČ	23
9	OHLASY NA PUBLIKOVANÉ PRÁCE A OCENENIA	24

## ÚVOD

Jačmene ozimné majú v súčasnosti svoje miesto nielen v krajinách západnej Európy, ale aj v ostatných európskych štátoch a sú zastúpené viacerými a dvojradovými formami. Potenciálne sú schopné zabezpečiť nielen vyššie úrody, ale umožňujú dosiahnuť aj dobrú sladovnícku kvalitu.

Najdôležitejším faktorom, od ktorého závisí tvorba úrody a kvalita jačmeňa ozimného, je výživa a hnojenie. Pri pestovaní jačmeňa ozimného má tento fakt významný vplyv na jeho kvalitatívne parametre.

V predkladanej práci je načrtnutá alternatíva využitia jačmeňa ozimného nielen na kŕmne, ale aj na sladovnícke účely. Najlepšie sladovnícke odrody, ktoré sa v súčasnosti pestujú v Európe sú dvojradové, pretože šesťradové typy majú neakceptovateľné parametre zrna z hľadiska sladovníckej kvality.

## 1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

### 1.1 Požiadavky jačmeňa ozimného na pôdne-klimatické podmienky a agrotechnické požiadavky

Sladovníckemu jačmeňu najlepšie vyhovujú stredne ťažké pôdy hlinité, pieskovito-hlinité alebo pieskovito-ílovité, dostatočne hlboké, najlepšie v starej sile.

Hayes et al. (2004) uvádza, že jačmeň ozimný ako C3 rastlina vyžaduje pre dosiahnutie plnej produkcie teplotu 15–30 °C a mierne zrážky na úrovni 500–1000 mm ročne. Vyžaduje mierne zimy a jeho nároky na teplo sú o niečo vyššie ako u ozimnej pšenice. Zvlášť citlivý je na prudké teplotné rozdiely skoro na jar (Holková et al., 2003).

Pre svoju tolerantnosť je ozimný jačmeň najčastejšie zaraďovaný do osevného postupu po obilninách. Hĺbka sejby je 30-50 mm, požadovaný výsevok na 1 ha predstavuje 4,0 až 4,5 milióna klíčivých semien pri HTZ 38-42 g.

Holková et al. (2003) pri ozimnom jačmeni považuje za optimálny agrotechnický termín sejby vo vyšších polohách ZVO 10.-20.9. v intenzívnejších polohách ZVO 15.-25.9., v RVO 20.-30.9. a v KVO 25.9. – 5.10.

### 1.2 Výživa a hnojenie jačmeňa ozimného

Nároky ozimného jačmeňa na dusík sú čiastočne obmedzené jeho nižšou odolnosťou proti poliehaniu. Celková dávka dusíka pri hnojení ozimného jačmeňa by sa mala pohybovať v rozmedzí 60-100 kg.ha<sup>-1</sup> (Holková et al., 2003).

Počas vegetačnej doby jačmeň ozimný odčerpá relatívne veľké množstvá základných živín. Jedna tona zrna ozimného jačmeňa a odpovedajúca produkcia slamy odoberie z pôdy 27 kg N, 6 kg P, 24 kg K (Holková a et al., 2003).

Miša (2001) odporúča hnojiť porasty ozimného jačmeňa po zime diferencovane podľa ich stavu a obsahu minerálneho dusíka v pôde. Dávky sa pohybujú od 30 do 60 kg N.ha<sup>-1</sup>. V kukuričnej výrobnnej oblasti sa odporúča aplikovať dávku na hornej hranici uvedených hodnôt. Produkčnú dávku (na začiatku steblovania-DC 31) odporúča na úrovni 20-30 kg.ha<sup>-1</sup>. Ak bola aplikovaná vyššia regeneračná dávka, alebo bola zistená dostatočná zásoba anorganického dusíka v pôde je možné produkčnú dávku vynechať.

Fosfor napomáha rovnomernému dozrievaniu a tým aj zvýšeniu podielu predného zrna. Dostatok fosforu v pletivách rastlín v čase odnožovania a steblovania pôsobí priaznivo na obsah škrobu v zrne a tým aj extraktu v slade (Krausko, 1980; Slabonsky, 1985). Ozimný jačmeň má relatívne nízke požiadavky na hnojenie fosforom.

Hnojenie draslíkom sa väčšinou priaznivo prejavuje na kvalite zrna jačmeňa ozimného. Môže zvýšiť obsah škrobu v zrne, extraktívnosť a zlepšovať aj ďalšie ukazovatele technologickej hodnoty ako HTZ a triedenie na sítach. Draslík priaznivo ovplyvňuje tvorbu jemnej plevy a kyprého zrna. (Prugar, Hraška, 1989).

### 1.3 Využitie jačmeňa ozimného na sladovnícke účely

V Slovenskej republike sa na sladovnícke účely začal používať okrem jačmeňa jarného aj jačmeň ozimný. Ide najmä o dvojradové jačmene ozimné (Molnárová, Žembery, 1999).

Za priaznivý obsah bielkovín v jačmeni sa z hľadiska sladovníckej praxe považuje rozpätie 9,5 až 11,5% v sušine zrna. Za hraničné hodnoty pre možnosť aspoň čiastočne úspešného sladovníckeho spracovania sú uvádzané hodnoty min. 7,5% a max. 13%. (Kosař et al., 2003).

Prvým predpokladom pre určenie sladovníckej kvality jačmeňa ozimného je stanovenie mechanicko-fyzikálnych parametrov. (Frančáková, Tóth, 2005).

K významným akostným kritériám jačmeňa patria mechanické znaky, predovšetkým podiel zrna nad sítom 2,5 mm, ktorý charakterizuje vyrovnanosť a plnosť zrn v partii jačmeňa. Vysoký podiel tzv. zadného zrna súvisí so znížením výťažnosti sladu a do určitej miery negatívne ovplyvňuje obsah bielkovín i extraktívnosť sladu. Veľkostná vyrovnanosť obiliek partii jačmeňa je dôležitá i z dôvodov technologických (Frančáková a Tóth, 2005).

Významnejším kvalitatívnym znakom ako objemová hmotnosť je hmotnosť tisíc zrn. Z HTZ je možné odhadnúť sladovateľnosť. HTZ (Prugar a Hraška, 1989).

Konzistentnosť (homogénnosť) zrna jačmeňa určeného na výrobu sladu je mimoriadne dôležitá. Žiaduce sú predovšetkým vyrovnané partie zrna, ktoré majú porovnateľnú kľúčivosť, čo umožňuje redukovať nepriaznivé dopady variabilných a podštandardných zrn. Ideálne zrnó by malo mať HTZ vyššiu ako 40 g s koncentráciou dusíka 1,5 – 1,95%. Variabilita kvalitatívnych parametrov zrna určených na výrobu sladu je spôsobená predovšetkým vplyvom ročníka, rozdielmi v technológii pestovania medzi jednotlivými pestovateľmi a lokálnymi environmentálnymi vplyvmi (de Ruiter a Haslemore, 1996).

Dlhodobým sledovaním a vyhodnocovaním sortimentu sladovníckych jačmeňov sa preukázal výrazný vplyv odrody na celý rad znakov a vlastností. Významnou odrodovou vlastnosťou je napr. obsah dusíkatých látok, obsah škrobu a s ním súvisiaca aj extraktívnosť. Vplyv odrody sa zvlášť prejavuje u akostného znaku sladu „dosiahnuteľný stupeň prekvasenia“. (Frančáková a Tóth, 2005).

Pelikán a Suková (1998) udávajú, že stupeň prekvasenia určuje celkové množstvo cukrov v extrakte sladiny skvasiteľných pivárskymi kvasinkami. Stanovuje sa vyjadrením percentuálneho rozdielu extraktu sladiny pred a po kvasení. Dobre rozlúštené slady majú dosahovať hodnoty aspoň 78%.

Frančáková a Tóth (2005) uvádzajú, že veľmi významným znakom je obsah dusíkatých látok, v praxi označovaných ako obsah bielkovín. Ako optimálna sa dnes udáva hodnota 10,8% pričom pre zaistenie výroby kvalitných sladov by nemala byť pri jačmeni prekročená hranica 11,5%.

Obsah dusíkatých látok v zrne prekračujúci tieto hodnoty je nežiaduci pre sladovnícke účely, pretože zvyšuje čas máčanie zrna, spôsobuje nerovnomerný príjem vody zrnom počas máčania, nerovnomerné kľúčenie zrna počas sladovania a zvyšuje straty sladu

v dôsledku abnormálneho rastu, nadmernej enzymatickej aktivity, nízkej tvorby extraktu, nadmerného obsahu dusíkatých zlúčenín v sladine počas varenia a spôsobuje aj tvorbu zákalov pri chladení piva (Goblirsch et al., 1996).

Z všeobecného hľadiska môže byť na výrobu sladu použité zrnó viacerých druhov obilnín. Avšak najvýznačnejšie postavenie v produkcii enzýmov  $\alpha$ -amylázy a  $\beta$ -amylázy, ktoré hydrolyzujú škrob na dextríny a fermentovateľné (skvasiteľné) cukry, majú jačmeň, pšenica a ryža (Dickson, 1979; Peterson a Foster, 1973).

Jedným z dôležitých ukazovateľov, ktorý sa v súčasnosti sleduje je obsah  $\beta$ -glukanov v slade. Jačmeň použitý na sladovanie by mal mať nízky obsah  $\beta$ -glukanov a nízky obsah proteínov.  $\beta$ -glukany sú zložkami bunkovej steny aj endospermu v bunke a vo vysokej koncentrácii limituje modifikáciu endospermu počas sladovania. V pivovarníctve  $\beta$ -glukany prispievajú k viskozite piva a môžu spôsobiť pomalú a zlú filtráciu (Zhang et al., 2001).

Jačmeň ozimný v porovnaní s jačmeňom jarným má zatiaľ nižšie parametre kvality, problematické sú predovšetkým znaky ako friabilita a obsah  $\beta$ -glukanov. Výhodou je naopak väčšie zrnó a skorý zber (Frančáková a Bojňanská, 2000).

Kvalitný slad by mal vykazovať friabilitu v rozsahu od 80 do 90% a sklovitosť by nemala presiahnuť 2%. Hodnoty pod 80% signalizujú nedostatočné rozlúštenie, hodnoty nad 90% znamenajú, že došlo k nadmernému rozlúšteniu, čo má za následok vyššie sladovacie straty a nedostatočnú penivosť piva (Frančáková a Tóth, 2005).

Pelikán a Suková (1998) uvádzajú, že relatívny extrakt pri 45°C je v súčasnosti jedným z najviac sledovaných kritérií sladu. Charakterizuje celkovú aktivitu enzýmov sladu (okrem  $\alpha$ -amylázového systému), najmä proteolytickú, a vyjadruje stupeň chemického rozlúštenia. Štandardná hodnota = 36%. Nižšie hodnoty ukazujú na nedostatočné štiepenie bielkovín. Hodnoty nad 36% poukazujú na kvalitný slad, bohatý na enzymovú aktivitu.

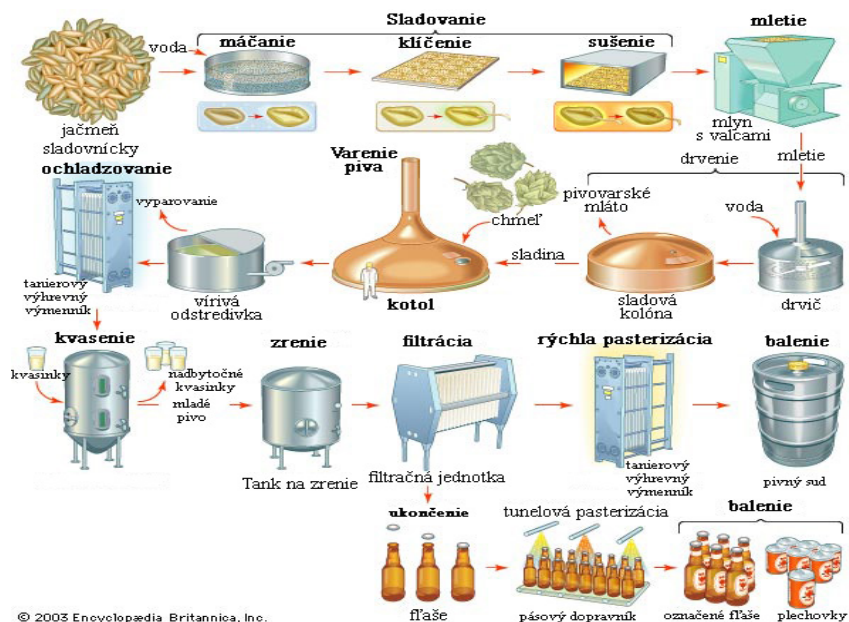
#### **1.4 Proces sladovania**

Cieľom procesu sladovania je premeniť zrnó jačmeňa na slad bohatý na enzýmy a extrakt a to pri minimálnych nákladoch a stratách. Proces výroby sladu, ktorý sa uskutočňuje v sladovniach, možno z hľadiska jednotlivých výrobných fáz rozdeliť na tri úseky: *máčanie, kličenie a sušenie* (obr. 1).

## **2 CIEĽ**

Cieľom dizertačnej práce bolo stanovenie optimálnej hladiny dusíka v pôde pre pestovanie jačmeňa ozimného na sladovnícke alebo kŕmne účely a posúdenie efektu jeho jarného prihnojovania dusíkom na úrodu zrna, klíčivosť zrna, fyzikálno-mechanické parametre zrna, obsah dusíkatých látok a škrobu v zrne, technologické parametre sladu, kŕmnu hodnotu nadzemnej biomasy a ekonomické ukazovatele hnojenia. Úloha bola súčasťou projektu VEGA 1/2433/05 s názvom: „Optimalizovaný systém dusíkatého hnojenia ozimného jačmeňa pestovaného na sladovnícke a kŕmne účely“ a projektu VEGA 133/02190 „Zvyšovanie kvality prírodného prostredia poľovnej zveri v antropogénne ovplyvnenej lesopoľnohospodárskej krajine.“





**Obrázok 1:** Proces sladovania a varenia piva (The Process of beer production, 2009)

### 3 MATERIÁL A METÓDY

V dizertačnej práci sú vyhodnotené výsledky výskumu venované otázkam vzťahu hnojenia a kvality jačmeňa ozimného v rokoch 2003 až 2006. Experimentálne sledovania boli realizované prostredníctvom maloparcelkových výživárskych pokusov v lokalite Veľké Ripňany v repnej výrobnjej oblasti v západoslovenskom regióne v okrese Topoľčany v nadmorskej výške 172 m n.m. Zemepisné súradnice sú 48° 29' východnej dĺžky a 17° 58' severnej šírky. Priemerná ročná teplota dosahuje 8,9 °C. Priemerná suma ročných zrážok dosahuje 750 mm. Zistené hodnoty sorpčných vlastností v pôde zodpovedajú pôdnemu typu *hnedozem luvizemná a hnedozem pseudoglejová*.

#### 3.1 Organizácia pokusu

Vo vegetačnom období 2003/04, 2004/05 a 2005/06 bol založený trojročný poľný maloparcelkový pokus s dvoma odrodami jačmeňa ozimného v dvoch blokoch. Blok A bol reprezentovaný odrodou Babylone a blok B odrodou Barcelona v množiteľskom stupni E. Pri oboch odrodách boli skúmané štyri varianty hnojenia s dusikom, pričom každý pokusný variant bol 4-násobne opakovaný. Pred sejbou jačmeňa ozimného bola na pokusné stanovište aplikovaná (podľa metodiky ÚKSÚP-u pre zakladanie pokusov s jačmeňom ozimným)

**Tabuľka 1:** Varianty hnojenia jačmeňa ozimného dusíkom

Variant	Základné hnojenie (kg N.ha <sup>-1</sup> )	Jarné prihnojovanie na hladinu (kg N.ha <sup>-1</sup> )
1	30	-
2	30	50
3	30	70
4	30	100

paušálna dávka 187,5 kg.ha<sup>-1</sup> viaczložkového hnojiva NPK-NF (16-15,4-15,6), čím sa dostalo do pôdy 30 kg N.ha<sup>-1</sup>, 13 kg P.ha<sup>-1</sup> a 24 kg K.ha<sup>-1</sup>. Na variantoch 2, 3 a 4 bolo robené jarné regeneračné prihnojovanie dusíkom vo forme liadku amónneho s dolomitom (27,5% N) na základe analýzy pôdnych vzoriek na obsah anorganického dusíka (N<sub>an</sub>) v pôde. Podľa obsahu N<sub>an</sub> v pôde bola vypočítaná potrebná dávka dusíka, resp. liadku amónneho s dolomitom (LAD) potrebná na dosiahnutie požadovanej hladiny dusíka v pôde na príslušnom variante (tab. 1).

### 3.2 Agrochemické analýzy pôdy a rastlinného materiálu

#### 3.2.1 Agrochemická analýza pôdy

Obsah dusičnanového dusíka v pôde (mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.kg<sup>-1</sup>) a amónneho dusíka v pôde (mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.kg<sup>-1</sup>) kolorimetricky, prístupného fosforu (mg P.kg<sup>-1</sup> pôdy) a draslíka (mg K.kg<sup>-1</sup> pôdy) metódou Mehlich III, pH<sub>KCl</sub> vo výluhu 0,2 M KCl potenciometricky a obsah Mg (mg Mg.kg<sup>-1</sup> pôdy)-atómovou absorpčnou spektrofotometriou.

#### 3.2.2 Agrochemická analýza rastlinného materiálu

Obsah sušiny gravimetricky, obsah celkového dusíka (N<sub>t</sub>) v rastlinnom materiáli podľa Kjeldahla, obsah P (kolorimetricky), obsah K a Ca (fotometricky) a Mg (spektrofotometricky-AAS) po predchádzajúcej mineralizácii rastlinného materiálu mokrou cestou.

#### 3.2.3 Hodnotenie sladovníckych parametrov zrna jačmeňa ozimného

##### 3.2.3.1 Hodnotenie fyzikálno-mechanických parametrov

Po pozberovom dozretí jačmeňa boli stanovené nasledovné fyzikálno-mechanické ukazovatele zrna:

podiel zrna I. triedy nad sitom o rozmeroch 2,5 mm (Steineckerove sitá)-%, hmotnosť tisíc zŕn (počítadlo zŕn DIPOS)- g, objemová hmotnosť (kg.m<sup>-3</sup>).

##### 3.2.3.2 Hodnotenie biochemických parametrov zrna

Klíčivosť (peroxidová metóda)- %, obsah škrobu (polarimetricky podľa Ewersa) - %, obsah dusíkatých látok (hrubého proteínu) (% N x 6,25 – podľa Kjeldahla) -%

##### 3.2.3.3 Hodnotenie kvalitatívnych parametrov sladu

Po zosladovaní zrna v mikroskladovni KVM Uničov, ČR vo Výskumním ústavu pivovarském a sladařském v Brne boli stanovené nasledovné parametre v slade:

Extrakt v múčke – (podľa EBC 3.2.4.2)- %, relatívny extrakt pri 45°C- podľa Hartonga (podľa MEBAK 4.1.1.11) %, stupeň prekvasenia – (podľa EBC 4.11.1) - %, obsah bielkovín -(elementárnym analyzátorom EA Flash)-%, rozpustný dusík-(elementárnym

analyzátorom EA Flash)-mg.l<sup>-1</sup>, Kolbachovo číslo-(% rozpustného proteínu/ % proteínu v slade)x 100 - %, friabilita (friabilimeter Chapon -metóda podľa EBC 4.15) -%, obsah β-glukanov (metóda FIA a)-mg.l<sup>-1</sup>, aktivita β -glukanázy (podľa PSA 3.6.19.3)-U.kg<sup>-1</sup>.

### 3.3 Ekonomické hodnotenie hnojenia

Na vyjadrenie ekonomickej efektívnosti hnojenia sme použili koeficient ekonomickej efektívnosti  $K_{EE} = \Delta P / \Delta N$ , kde:  $\Delta P$ -prírastok úrody zrna v dôsledku jarného prihnojovania vyjadrený v Sk.ha<sup>-1</sup>,  $\Delta N$ - prírastok nákladov na jarné prihnojovanie vyjadrený v Sk.ha<sup>-1</sup> (náklady na hnojivá, náklady na dopravu a aplikáciu hnojív a náklady na zber prírastku úrody) a výpočet zisku  $Z = \Delta P - \Delta N$  (Sk.ha<sup>-1</sup>)

Na základe obsahu jednotlivých živín v zrne a úrod zrna sme vypočítali :

**Odber živín úrodou** (kg.ha<sup>-1</sup>) = obsah živín v zrne ( g.kg<sup>-1</sup>) x úroda zrna ( t.ha<sup>-1</sup>)

**Odber živiny 1t úrody zrna** (kg.t<sup>-1</sup>)=odber živiny úrodou zrna (kg.ha<sup>-1</sup>)/úroda zrna v ( t.ha<sup>-1</sup>).

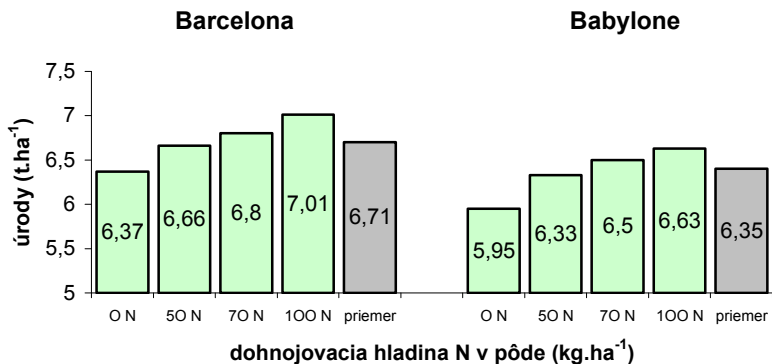
### 3.4 Matematicko-štatistické hodnotenie výsledkov

Na vyhodnotenie získaných výsledkov boli v rámci počítačového programu Statgraphics (verzia 5.0) použitá viacfaktorová analýza rozptylu s overením hodnovernosti rozdielov medzi úrovňami jednotlivých faktorov LSD testom na 95% hladine pravdepodobnosti ( $\alpha=0,05$ ).

## 4 SÚHRN VÝSLEDKOV S UVEDENÍM NOVÝCH POZNATKOV A NÁVRHOM NA VYUŽITIE PRE ĎALŠÍ ROZVOJ VEDY

### 4.1 Vyhodnotenie úrody jačmeňa ozimného

Obidve odrody dosiahli v priemere troch rokov (obr. 2) najvyššiu úrodu zrna na variante hnojenom na hladinu 100 kg N. ha<sup>-1</sup> v pôde. Odroda Barcelona dosiahla úrodu 7,01 t.ha<sup>-1</sup> (+ 10% oproti kontrole) a odroda Babylone 6,63 t.ha<sup>-1</sup> (+ 11,4% oproti kontrole). Na tomto variante odroda Barcelona poskytla o 0,51 t.ha<sup>-1</sup> (+7,7%) vyššiu úrodu zrna ako odroda Babylone, čo predstavuje štatisticky preukazný rozdiel. Zvýšenie úrod zrna jačmeňa ozimného v dôsledku hnojenia potvrdil aj Conry (1997), ktorý skúmal vplyv dusíkatého hnojenia na úrodu ozimných obilnín. Stúpajúcu tendenciu úrod v súvislosti s hnojením uvádzajú vo svojich prácach aj Prugar a Hraška (1989). Vplyv ročníka a hnojenia na úrodu jačmeňa jarného dokázala vo svojich pokusoch aj Šoltýsová a Danilovič (2005), ktorí zistili nárast úrod zrna vplyvom týchto faktorov. V rovnakých pôdno-poveternostných a výživových podmienkach pokusu lepšie realizovala svoj úrodotvorný potenciál odroda Barcelona, ktorá v jednotlivých pokusných rokoch aj v ich trojročnom priemere poskytla na jednotlivých variantoch výživy vyššie úrody zrna v porovnaní s odrodou Babylone, pričom k realizácii úrodotvorného potenciálu odrody Barcelona došlo pri nižšej úrovni hnojenia v porovnaní s odrodou Babylone.



**Obrázok 2:** Úroda zrna ozimného jačmeňa (priemer 3 rokov)

#### 4.2 Hodnotenie klíčivosti jačmeňa ozimného

Vysoké a zo sladovníckeho hľadiska žiaduce hodnoty klíčivosti zrna (pohybujúce sa v priemere troch pokusných rokov v intervale 94,5-97,8%) boli dosiahnuté pri oboch odrodách. Rôzna hladina dusíka v pôde (a teda aj diferencované dusíkaté hnojenie) ovplyvnilo štatisticky významne hodnoty tohto parametra len v prípade odrody Babylone, pri ktorej hnojenie znižovalo klíčivosť zrna. Rozdiely v klíčivosti zrna medzi dvoma pokusnými odrodami neboli štatisticky preukazné. Vysoké hodnoty tohto parametra sú dôležité pre správne rozlúštenie zrna, kde následkom klíčenia dochádza k aktivácii enzýmov, hlavne  $\alpha$ -amylázy,  $\beta$ -amylázy,  $\beta$ -glukanázy a dochádza k metabolizácii sacharidov, dusíkatých a lipidických látok (Pettersson, 2006; Marshall a Ellis, 1998). Názory na vplyv aplikácie vysokých dávok N a K na klíčivosť jačmeňa sú protichodné. Mahler a Guy (2005) uvádzajú, že môže spôsobiť závažné škody počas klíčenia zrna. Naopak, tomuto tvrdeniu odporujú výsledky Ellis a Marshall (1998), ktorí zistili, že aplikácia dusíka nepriamo podporuje vyrovnanosť klíčivosti, čo potvrdzujú aj nami získané výsledky.

#### 4.3 Hodnotenie mechanicko-fyzikálnych parametrov jačmeňa ozimného

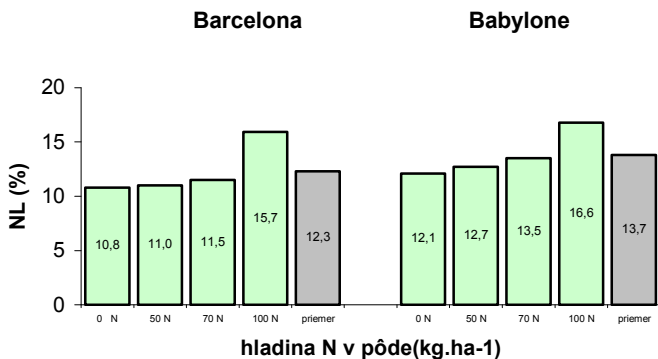
Z hľadiska požiadaviek na sladovnícku surovinu dosahovala HTZ pri oboch odrodách veľmi priaznivé hodnoty, pohybujúce sa v intervale 41,2-51,8g vo všetkých sledovaných rokoch a na všetkých skúmaných variantoch. Stúpajúca hladina dusíka v pôde mala štatisticky preukazne negatívny vplyv na HTZ v priemere rokov, t. j. hnojenie dusíkom HTZ znižovalo. V diapazóne troch pokusných rokov neboli zistené v tomto parametre štatisticky preukazné rozdiely. Dusíkaté hnojenie nemalo výrazný vplyv na hodnoty **podielu zrna I. triedy**, ktoré boli vysoké a pohybovali sa v intervale 94,6-97,6%. Z technologického aspektu je tento parameter významným determinantom sladovania. Určuje jednotlivé partie na sladovanie podľa veľkosti zrna (Prugar, Hraška, 1989). Kosař et al. (2003) odporúčajú hodnotu podielu zrna I. triedy vyššiu ako

90 %. Tiež nebol zistený vplyv hnojenia na **objemovú hmotnosť zrna jačmeňa**, resp. štatisticky preukazný rozdiel bol zistený len pri odrode Barcelona na hladine 100 kg.ha<sup>-1</sup> N v pôde v porovnaní s ostatnými variantmi.

#### 4.4 Hodnotenie závislosti obsahu N- látok a škrobu v zrne od hnojenia dusíkom

##### 4.4.1 Hodnotenie obsahu dusíkatých látok

Obidva pokusné faktory, rok i dusíkatá výživa, mali štatisticky významný vplyv na obsah NL v zrne ozimného jačmeňa pri obidvoch skúmaných odrodách. Jednoznačne sa preukázalo, že bez ohľadu na pokusný rok, bola hladina výživy na úrovni 100 kg N.ha<sup>-1</sup> v pôde príliš vysoká na dopestovanie zrna s obsahom bielkovín vhodným pre jeho sladovnícke využitie. V priemere troch pokusných rokov (obr. 3) bol vhodný obsah NL dosiahnutý v zrne odrody Barcelona dopestovaného na nehnojenej kontrole a variantoch s úrovňou hnojenia 50, resp. 70 kg N.ha<sup>-1</sup>, kde obsah NL predstavoval hodnoty 10,8 (nehnojená kontrola), 11,0% (50 kg N.ha<sup>-1</sup>) a 11,5% (70 kg N.ha<sup>-1</sup>). Pri odrode Babylone sa prejavila jej zvýšená citlivosť na N-hnojenie (najmä v druhom roku) a táto odroda neposkytla v priemere troch rokov zrna vhodné na ďalšie sladovnícke spracovanie pri žiadnej úrovni hnojenia, vrátane dusíkom nehnojenej kontroly. V 3. pokusnom roku však aj táto odroda poskytla s výnimkou 4. variantu zrna vhodné na výrobu sladu. Viacero literárnych zdrojov uvádza rôzne optimálne hodnoty proteínu v zrne. Kosář et al. (2003) uvádza, že najoptimálnejšie hodnoty hrubého proteínu v zrne sa vyskytujú v intervale od 10,0 po 11,0 %. Iný postoj má Prugar a Hraška (1989), ktorí za optimálne hodnoty bielkovín v zrne považujú interval od 9,5% po 11,5%. STN 4611-005 (1994) uvádza ako optimálnu hodnotu obsahu bielkovín v zrne 11%.



**Obrázok 3:** Obsah NL v zrne jačmeňa ozimného (vážený priemer rokov)

##### 4.4.2 Hodnotenie obsahu škrobu v zrne

Potvrdila sa negatívna korelácia medzi obsahom dusíkatých látok v zrne a obsahom škrobu. Na rozdiel od dusíkatých látok sa obsah škrobu v dôsledku stupňovaného N-hnojenia znižoval, pričom toto zníženie vykazovalo v podstate lineárny charakter a bolo tým väčšie, čím bola vyššia hladina dusíka v pôde. Uvedené je v súlade s výsledkami

Kaš (2004), podľa ktorého mali hodnoty obsahu škrobu v zrne opačnú tendenciu vývoja ako aplikované dávky N hnojenia. Výnimku predstavovali výsledky dosiahnuté v 2. a 3. roku pri odrode Babylone na variante 2, na ktorom bol dosiahnutý vyšší obsah škrobu v zrne pri hladine dusíka 50 kg.ha<sup>-1</sup> ako na nehnojenej kontrole. Z hľadiska vhodnosti zrna ako suroviny na sladovnícke spracovanie boli na všetkých hodnotených variantoch pri obidvoch odrodách dosiahnuté parametre odpovedajúce odporúčaným hodnotám (60-65%), pričom vyššie hodnoty obsahu škrobu v zrne boli dosiahnuté na nehnojených variantoch, prípadne na variantoch hnojených na najnižšiu hladinu N v pôde v porovnaní s intenzívnejším N hnojením na úrovni 70 a 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Rozdiely v hodnotách obsahu škrobu v zrne medzi odrodami boli zo štatistického hľadiska nevýznamné.

#### 4.5 Hodnotenie technologických parametrov sladu pri odrode Barcelona

##### 4.5.1 Vyhodnotenie relatívneho extraktu pri 45°C

Pri odrode Barcelona boli v jednotlivých rokoch (najmä však v druhom a treťom) dosiahnuté hodnoty relatívneho extraktu na úrovni, ktorú možno považovať za spodnú hranicu vhodnosti (36%) pre využitie takejto suroviny na sladovnícke účely (tab. 2). Hnojenie dusíkom ako pokusný faktor hodnoty extraktu štatisticky významne neovplyvnilo. Výrazne sa prejavil genotyp, keď odroda Babylone sa ukázala ako nevhodná pre sladovnícke využitie kvôli vysokému obsahu NL.

**Tabuľka 2:** Relatívny extrakt pri 45°C pri odrode Barcelona (váž. priemer opakovaní)

Hladina N v pôde (kg.ha <sup>-1</sup> )	1. rok		2.rok		3.rok		Vážený priemer 3 rokov	
	(%)	Rel. %	(%)	Rel. %	(%)	Rel. %	(%)	Rel. %
0 (1. var.)	33,4	100	35,5	100,0	36,7	100,0	35,0	100,0
50 (2. var.)	34,1	102,1	36,0	101,4	34,8	94,8	34,9	99,7
70 (3. var.)	33,8	101,2	35,5	100,0	36,0	98,1	35,0	100,0
Priemer variantov	33,8	101,1	35,7	100,5	35,8	97,6	35,0	100,0

##### 4.5.2 Vyhodnotenie stupňa prekvasenia

Výsledky poľného pokusu (tab. 3) ukázali, že zrno jačmeňa ozimného pri odrode Barcelona nespĺňa z hľadiska parametra „stupeň prekvasenia“ v plnej miere požiadavky stanovené pre tento znak normou (80-82%), ale sa približuje spodnej hranici požadovaného intervalu, najmä pri aplikácii dusíkatej výživy na úrovni 70 kg N.ha<sup>-1</sup> v pôde, ktorá preukazuje zvyšovala hodnotu stupňa prekvasenia. Tento parameter je možné pravdepodobne ovplyvniť hnojením, aj keď najvýraznejší vplyv sme zistili pri faktore „rok“. Potvrdzujú to aj Yavas a Unay (2006), ktorí zistili závislosť kvality sladovníckeho jačmeňa v prvom rade od priebehu počasia v danom pestovateľskom roku.

**Tabuľka 3:** Hodnoty stupňa prekvasenia pri odrode Barcelona (váž. priemer opak.)

Hladina N v pôde (kg.ha <sup>-1</sup> )	1. rok		2.rok		3.rok		Vážený priemer 3 rokov	
	(%)	%	(%)	%	(%)	%	(%)	%
0 (1. var.)	77,6	100,0	79,5	100	78,2	100,0	78,4	100,0
50 (2. var.)	77,7	100,1	80,1	100,8	79,1	101,2	78,9	100,6
70 (3. var.)	77,6	100,0	80,5	101,3	79,2	101,3	79,0	100,8
Priemer variantov	77,6	100,0	80,0	100,6	78,8	100,8	78,8	100,5

#### 4.5.3 Vyhodnotenie obsahu proteínov v slade

Obsah proteínov v slade vykazoval na jednotlivých variantoch stúpajúcu tendenciu v súlade so stúpajúcimi dávkami N hnojenia (tab. 4). Vhodné hodnoty predurčujúce surovinu na sladovnícke spracovanie boli v tomto parametri dosiahnuté v 2. a 3. pokusnom roku a to na nehnojenej kontrole a pri najnižšej intenzite N hnojenia na hladinu 50 kg.ha<sup>-1</sup> v pôde. V priemere pokusných rokov bola normou stanovená požiadavka splnená len na nehnojenom variante. Dosiahnuté hodnoty boli do určitej miery ovplyvnené aj priebehom počasia v danom pestovateľskom roku. Z uvedeného vyplýva, že na daných hodnotách sa okrem aplikovaného hnojenia spolupodieľalo aj počasié, čo potvrdzuje aj Krausko et al. (1980). Iný názor zastávajú Alam a Haider (2007), ktorí okrem hnojenia považujú za hlavný faktor stúpania proteínu v zrne neskorší termín sejby.

**Tabuľka 4:** Obsah proteínov v slade pri odrode Barcelona (vážený priemer pakovaní)

Hladina N v pôde (kg.ha <sup>-1</sup> )	1. rok		2.rok		3.rok		Vážený priemer 3 rokov	
	(%)	%	(%)	%	(%)	%	(%)	%
0 (1. var.)	11,3	100,0	10,4	100,0	10,6	100,0	10,8	100,0
50 (2. var.)	11,5	101,8	10,7	102,9	10,9	102,8	11,2	103,7
70 (3. var.)	11,8	104,4	11,4	109,6	11,2	105,7	11,5	106,5
Priemer variantov	11,5	102,1	10,8	104,2	10,9	101,9	11,2	103,7

#### 4.5.4 Vyhodnotenie Kolbachovho čísla

Stupňované dávky dusíka mali v jednotlivých rokoch pozitívny vplyv na hodnoty Kolbachovho čísla, ktoré sa v dôsledku hnojenia zvyšovali a približovali optimálnej požiadavke na úrovni 42%, najmä v druhom pokusnom roku (tab. 5). Aj na úrovni trojročných priemerov boli v tomto znaku dosiahnuté zo sladovníckeho hľadiska priaznivé hodnoty, definované minimálnou požiadavkou na úrovni hodnoty 38%. Bol potvrdený štatisticky významný vplyv dusíkatého hnojenia aj ročníka na hodnoty tohto

parametra. Výrazný vplyv počasia na tento parameter potvrdila aj štatistická analýza, hoci napríklad Fuchs a Zabel (1981) vo svojich pokusoch zistili len malý vplyv počasia na hodnoty Kolbachovho čísla, ale väčší vplyv pripisujú stupňovaným dávkam hnojenia. Na druhej strane Yin et al. (2002) poukazujú na duálny efekt dusíka na kvalitatívne parametre jačmeňa a v rámci toho aj na jeho negatívny vplyv na Kolbachovo číslo.

**Tabuľka 5:** Hodnoty Kolbachovho čísla pri odrode Barcelona (váž. priemer opak.)

Hladina N v pôde (kg.ha <sup>-1</sup> )	1. rok		2. rok		3. rok		Vážený priemer 3 rokov	
	(%)	Rel. %	(%)	Rel. %	(%)	Rel. %	(%)	Rel. %
0 (1. var.)	39,2	100	41,2	100,0	35,5	100,0	38,7	100,0
50 (2. var.)	39,5	100,9	42,3	102,7	37,2	104,8	39,7	102,6
70 (3. var.)	40,9	104,5	42,6	103,4	38,2	107,6	40,6	104,9
Priemer variantov	39,9	101,8	42,0	102,0	37,0	104,1	39,7	102,6

#### 4.5.5 Hodnotenie friability

Hodnoty friability sladu dosiahnuté v trojročnom pokuse s odrodou Barcelona (tab. 6) sa pohybovali v intervale 48,5-50,1% (vážený priemer troch rokov) a výrazne zaostali za hodnotami požadovanými normou (minimálne 70%, optimálne 80-90%). Dusikáté hnojenie veľmi mierne zlepšovalo tento ukazovateľ (štatisticky nepreukazne) a aj priebeh poveternostných podmienok v rokoch (hoci štatisticky vysoko významný) nemal dostatočný vplyv na zlepšenie tohto ukazovateľa tak, aby vyhovoval norme. Friabilita sladu poskytuje obraz o rozlúštení sladu. Odporúčané hodnoty tohto parametra sú väčšie ako 70% (Langrell a Edney, 2006), za optimálne sa považujú tie, ktoré spadajú do intervalu 80-90%. Pri ozimných jačmeňoch dosahuje tento parameter všeobecne nízke hodnoty, ktoré nevyhovujú norme. Nakoľko je tento znak ovplyvnený odrodovou čistotou, (Frančáková a Tóth, 2005) je možné konštatovať, že je geneticky podmienený.

**Tabuľka 6:** Hodnoty friability pri odrode Barcelona (vážený priemer opakovaní)

Hladina N v pôde (kg.ha <sup>-1</sup> )	1. rok		2. rok		3. rok		Vážený priemer 3 rokov	
	(%)	Rel. %	(%)	Rel. %	(%)	Rel. %	(%)	Rel. %
0 (1. var.)	42,2	100	56,7	100	48,4	100	48,5	100
50 (2. var.)	40,8	96,8	54,9	96,8	54,5	112,6	49,2	101,3
70 (3. var.)	41,2	97,8	59,0	104,1	52,9	109,3	50,1	102
Priemer variantov	41,4	98,1	56,9	100,4	51,9	107,2	49,3	101,6



#### 4.5.6 Hodnotenie rozpustného dusíka v sladine

Hodnoty obsahu rozpustného dusíka v sladine prekračovali maximálnu normou prípustnú hodnotu ( $750 \text{ mg.l}^{-1}$ ) na každom z analyzovaných variantov a hnojenie dusikom tento nepriaznivý stav ešte zväčšovalo (tab. 7). Hnojenie dusikom podporovalo nárast frakcie rozpustného dusíka v sladine, a toto zvýšenie bolo štatisticky preukazné. Podľa Toffoli et al. (2003) protichodne pôsobí vysoká teplota, ktorá redukuje obsah rozpustného dusíka v sladine, čo vyvoláva aj redukcii  $\beta$ -glukánov v slade.

**Tabuľka 7:** Obsah rozpustného dusíka v sladine, odroda Barcelona (váž. priemer op.)

Hladina N v pôde ( $\text{kg.ha}^{-1}$ )	1. rok		2. rok		3. rok		Vážený priemer 3 rokov	
	$\text{mg.l}^{-1}$	rel. %	$\text{mg.l}^{-1}$	rel. %	$\text{mg.l}^{-1}$	rel. %	$\text{mg.l}^{-1}$	rel. %
0 (1. var.)	769	100	767	100	768	100	768	100
50 (2. var.)	779	101,3	795	103,7	787	102,5	781	101,6
70 (3. var.)	789	102,6	790	103	800	104,2	789	102,7
Priemer variantov	779	101,3	784	102,2	785	102,2	779,3	101,5

#### 4.5.7 Hodnotenie obsahu $\beta$ -glukanov a aktivity $\beta$ -glukanázy

Obsah  $\beta$ -glukanov v sladine prekračoval odporúčanú hodnotu tohto parametra na každom variante hnojenia vo všetkých troch pokusných rokoch (tab. 8). Tento fakt je pravdepodobne spojený s kŕmny charakterom odrody. Zo skúmaných pokusných faktorov bol zistený silnejší vplyv roku na tento parameter v porovnaní s vplyvom hnojenia. V dôsledku interakcie týchto faktorov boli výsledky dosiahnuté v jednotlivých pokusných rokoch do určitej miery protichodné. Podobne aj pri hodnotení aktivity  $\beta$ -glukanázy (tab. 9) sa v dôsledku vyššie uvedenej interakcie vyvíjali jej hodnoty protichodne. Kým v 1. pokusnom roku sa jej aktivita N-hnojením štatisticky významne zvyšovala, v 2. a 3. roku tomu bolo presne naopak a aktivita  $\beta$ -glukanázy v dôsledku N hnojenia štatisticky významne klesala. Z tohto dôvodu je možné konštatovať, že významným faktorom ovplyvňujúcim aktivitu  $\beta$ -glukanázy bola nielen odroda, ale aj interakcia počasia a N hnojenia (Kosař et al., 2003). Počas sladovania a rmutovania sa  $\beta$ -glukany depolymerizujú pôsobením enzýmov-hydroláz. Najdôležitejšou z nich je  $\beta$ -glukanáza, ktorá sa vyskytuje v zrne jačmeňa v neaktívnej forme. Jej aktívna forma sa tvorí až pri klíčení a tak aktivita enzýmu vzrastá až v procese sladovania (Kosař et al., 2003). Pri výskumoch v Manitobe bol v zrne ozimného jačmeňa zistený priemerný obsah  $\beta$ -glukanov  $62,7 \text{ mg.l}^{-1}$ , čo naznačuje, že okrem genotypu majú na ich obsah výrazný vplyv aj pôdno-klimatické podmienky stanovišťa (Langrell a Edney, 2006).

**Tabuľka 8:** Obsah  $\beta$ -glukanov v sladine, odroda Barcelona (váž. priemer opakovaní)

Hladina N v pôde (kg.ha <sup>-1</sup> )	1. rok		2.rok		3.rok		Vážený priemer 3 rokov	
	mg.l <sup>-1</sup>	%	mg.l <sup>-1</sup>	%	mg.l <sup>-1</sup>	%	mg.l <sup>-1</sup>	%
0 (1. var.)	1284	100	706	100	257	100	799,5	100
50 (2. var.)	1028	80,1	425	60,2	466	181,3	677,8	84,8
70 (3. var.)	1230	95,8	410	58,1	574	223,3	784,4	98,1
Priemer variantov	1181	92,0	514	72,8	423	168,2	753,9	94,3

**Tabuľka 9:** Aktivita  $\beta$ -glukanázy v sladine, odroda Barcelona (váž. priemer opak.)

Hladina N v pôde (kg.ha <sup>-1</sup> )	1. rok		2.rok		3.rok		Vážený priemer 3 rokov	
	U.l <sup>-1</sup>	Rel. %	U.l <sup>-1</sup>	Rel. %	U.l <sup>-1</sup>	Rel. %	U.l <sup>-1</sup>	Rel. %
0 (1. var.)	373,3	100	483,0	100	494,0	100	443,1	100
50 (2. var.)	426,5	114,3	437,7	90,6	362,8	73,4	411,1	92,8
70 (3. var.)	431,1	115,5	323,4	67,0	341,5	69,1	371,6	83,9
Priemer variantov	410,3	109,9	414,7	85,9	399,4	80,9	408,6	92,2

#### 4.6 Dynamika zmien koncentrácie živín v sušine nadzemnej biomasy a odber živín

Koncentrácia základných živín (N, P, K, Ca, Mg) v sušine nadzemnej hmoty sa jednoznačne znižovala smerom k neskorším rastovým fázam. Najvyššia koncentrácia týchto živín bola zistená v rastovej fáze odnožovanie a postupne klesala v rastovej fáze steblovanie a klasenie s dosiahnutím najnižších hodnôt vo fáze voskovo-mliečnej zrelosti jačmeňa. Počas jednotlivých rokov sa prejavil vplyv ročníka, kde boli zistené štatisticky preukazné rozdiely v koncentráciách živín. Odber jednotlivých živín sa zvyšoval smerom k neskorším rastovým fázam až po rastovú fázu voskovo-mliečnej zrelosti, v ktorej bol zaznamenaný mierny pokles. Hnojenie dusíkom zvyšovalo odber N, P, K, Ca a Mg nadzemnou biomasou jačmeňa ozimného v rastovej fáze klasenia alebo voskovo-mliečnej zrelosti v porovnaní s nehnojenu kontrolou.

#### 4.7 Vyhodnotenie ekonomických parametrov

##### *Koeficient naturálnej efektívnosti ( $K_{NE}$ )*

Vo vzťahu k prírastku úrody zrna v dôsledku aplikácie hnojivého dusíka, bolo pri odrode Barcelona najefektívnejšie hnojenie na hladinu 50 kg N.ha<sup>-1</sup> v prvých dvoch rokoch trvania pokusu. V poslednom roku bolo efektívne aj hnojenie na úrovni 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Pri odrode Babylone bola v prvom roku pokusu najefektívnejšia dávka dusíka pri hnojení na úroveň 50 kg N.ha<sup>-1</sup> ( $K_{NE} = 18,46$ ). V ďalších dvoch pestovateľských

ročníkoch to bola dávka dusíka pri hnojení na úroveň 70 kg N.ha<sup>-1</sup> (K<sub>NE</sub> = 9,82, resp. 4,42).

*Koeficient ekonomickej efektívnosti (K<sub>EE</sub>)*

Pri odrode Barcelona bolo najefektívnejšie hnojenie na hladinu 50 kg N.ha<sup>-1</sup> (K<sub>EE</sub> = 1,61 – 1. r; K<sub>EE</sub> = 1,40 – 2.r.). Pri hnojení na úroveň 100 kg N.ha<sup>-1</sup> sa K<sub>EE</sub> znížil na 1,04 (1. rok) a 0,78 (2. rok), čo svedčí o tom, že dusík pri vyššej dávke nebol účinne využitý na tvorbu úrody.

Odroda Babylone dosiahla najvyššiu finančnú návratnosť na variante 50 kg N.ha<sup>-1</sup> (K<sub>EE</sub> = 2,48). V druhom roku pokusu sa ako finančne najvýhodnejší ukázal byť variant s hladinou N v pôde 70 kg.ha<sup>-1</sup> s hodnotou K<sub>EE</sub> = 1,18. V treťom roku pokusu bolo hnojenie podľa tohto ukazovateľa neefektívne na všetkých hnojených variantoch pri K<sub>EE</sub> < 1 (0,43 až 0,71).

#### 4. 8 Prehľad štatistického vplyvu pokusných faktorov na sledované parametre

Tabuľka 10: Vplyv pokusných faktorov (zdrojov variability) na sledované znaky

Zdroj variability	hnojenie	odroda	roky	opakovania
Znak				
<b>Úroda</b>	**	**	**	-
<b>Klíčivosť</b>	*	-	-	-
<b>Vlhkosť</b>	-	**	**	-
<b>HTZ</b>	**	-	**	-
<b>Podiel zrna I. triedy</b>	**	-	**	-
<b>Objemová hmotnosť</b>	-	-	**	-
<b>RE 45°C</b>	-	**	-	-
<b>Stupeň prekvásenia</b>	**	**	-	-
<b>Proteíny v slade</b>	**	**	-	-
<b>Kolbachovo číslo</b>	**	**	**	-
<b>Friabilita</b>	-	**	-	-
<b>Dusík v sladine</b>	**	-	-	-
<b>β-glukany</b>	-	**	-	-
<b>Aktivita β-glukanázy</b>	**	-	-	-
<b>N- látky</b>	**	**	**	-
<b>Škrob</b>	**	-	**	-
<b>Metabolizovateľná energia</b>	-	**	**	-
<b>Netto energia laktácie</b>	**	-	**	-
<b>Netto energia výkrmu</b>	-	-	**	-
<b>Stráviteľné N-látky</b>	-	-	**	-

#### 5 NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV PRE ĎALŠÍ ROZVOJ VEDY

1. Na základe poznatkov získaných riešením DP možno odporučiť pestovanie ozimného jačmeňa na sladovnícke účely a spracovanie jeho zrna na výrobu sladu ako rezervu pri neúspešnom pestovaní sladovníckeho jarného jačmeňa (v nepriaznivých rokoch)

s efektívnym využitím menšieho úrodového rizika jeho pestovania daného predovšetkým väčšou zásobou zimnej vlhky a skorším dozrievaním. V rokoch dostatku sladovníckej suroviny z pestovateľských plôch jarného jačmeňa využiť zrno z ozimných jačmeňov na kŕmne účely.

2. Zrno ozimného jačmeňa dosahuje úrodovo a svojimi biologickými (klíčivosť) a fyzikálno-mechanickými (HTZ, podiel zrna 1. triedy, objemová hmotnosť) parametrami hodnoty porovnateľné s hodnotami zrna jarného jačmeňa, v niektorých parametroch dokonca lepšie.

3. Z hľadiska charakteristik dôležitých pre sladovnícke spracovanie zrna ozimného jačmeňa boli v slade a sladine zistené akceptovateľné hodnoty relatívneho extraktu pri 45 °C, stupňa prekvasenia, obsahu proteínu v slade a Kolbachovho čísla. Horšie hodnoty v porovnaní so zrnom jarného jačmeňa boli zistené pri parametri friabilita, obsah rozpustného dusíka v sladine, obsah  $\beta$ -glukanov a aktivita  $\beta$ -glukanázy v sladine. Tieto relatívne nepriaznivé parametre zrna ozimného jačmeňa ako potenciálnej suroviny pre sladovnícku technológiu je potrebné zlepšiť v šľachtiteľskom procese a aj v procese vývoja nových spracovateľských technológií.

4. Fakt, že hodnoty viacerých dôležitých sladovníckych parametrov (napr. obsah dusíkatých látok v zrne) sú silne podmienené genotypom, umožňuje ich perspektívne zlepšenie pomocou šľachtiteľských metód a využitím poznatkov a techník molekularnej biológie s cieľom identifikácie a lokalizácie génov a skupín génov, ktorých exprimácia podmieňuje reálne hodnoty týchto parametrov a ich manipulácia potenciálne zlepšenie.

## 6 ZÁVERY A VYUŽITIE PRE PRAX

Z hľadiska praktického využitia možno dosiahnuté výsledky sústrediť do týchto hlavných záverov a odporúčaní:

- Jarné prihnojovanie jačmeňa ozimného dusíkom možno odporučiť ako intenzifikačný faktor, ktorý zvyšoval úrody zrna pri obidvoch odrodách. Úrodnejšou odrodou bola Barcelona, ktorá v priemer troch rokov poskytla úroda 6,71 t.ha<sup>-1</sup>, čo bolo o 5,7% viac ako pri odrode Babylone. Najvyššie úrody boli dosiahnuté pri najintenzívnejšom N-hnojení pri hladine dusíka v pôde 100 kg.ha<sup>-1</sup>. Ekonomická efektívnosť hnojenia vyjadrená kategóriou zisku bola v prvých dvoch rokoch pokusu vyššia pri odrode Babylone, v treťom roku pri odrode Barcelona. V 3. roku pri odrode Babylone nebol z titulu hnojenia dosiahnutý zisk ani na jednom hnojenom variante. Hlavnou príčinou bola skutočnosť, že v tomto roku dosiahla odroda Babylone nižšie prírastky úrody zrna v dôsledku hnojenia dusíkom ako odroda Barcelona, a fakt, že zrno jačmeňa odrody Babylone malo na všetkých variantoch kŕmny charakter (nižšia realizačná cena) a pri odrode Barcelona bolo (okrem 4. variantu) predávané ako sladovnícka komodita (vyššia realizačná cena).
- V dôležitom sladovníckom znaku „klíčivosť zrna“ preukázali obidve odrody vysoké hodnoty pohybujúce sa v priemere troch rokov na úrovni okolo 95%, v dôsledku čoho ich možno odporučiť ako vhodné pre pestovanie na sladovnícke účely.
- Z hľadiska požiadaviek na sladovnícku surovinu dosahovali hodnoty HTZ pri obidvoch odrodách potrebnú úroveň (41,2-51,8 g) vo všetkých troch rokoch a na

všetkých skúmaných variantoch. Rovnako aj hodnoty podielu zrna 1. triedy (94,6-97,6%) a objemovej hmotnosti zrna jačmeňa spĺňali normatívne požiadavky a faktor hnojenia nemal podstatný vplyv na tieto parametre.

- Výsledky poľného pokusu ukázali, že odroda Barcelona kumulovala v zrne menej dusíkatých látok v porovnaní s odrodou Babylone a pri strednej intenzite hnojenia dusíkom (50-70 kg.ha<sup>-1</sup>) poskytovala zrno, ktoré v tomto znaku vykazovalo normy vyhovujúce hodnoty obsahu NL pre sladovnícke spracovanie. Naopak, pri odrode Babylone sa prejavila zvýšená citlivosť na dusíkaté hnojenie, ktorá vyústila do skutočnosti, že zrno tejto odrody ani z jedného variantu nebolo vhodné na sladovnícke spracovanie; naopak pre vysoký obsah NL v zrne možno túto odrodu odporučiť na pestovanie pre kŕmne využitie.
- Okrem kľúčivosti a mechanicko-fyzikálnych parametrov (HTZ, podiel zrna 1. triedy, objemová hmotnosť) odroda Barcelona spĺňala väčšinu kritérií pre sladovnícke spracovanie aj na úrovni hodnotenia v slade a sladine. Z parametrov hodnotených v slade vykazovala optimálne hodnoty Kolbachovho čísla a obsahu bielkovín a akceptovateľné hodnoty extraktu pri 45°C a stupňa prekvasenia. Stupňované dávky N pritom pozitívne vplývali na hodnoty Kolbachovho čísla a stupňa prekvasenia, na obsah proteínov v slade však len do úrovne 50 kg N.ha<sup>-1</sup> v pôde. Hnojenie dusíkom štatisticky preukazne neovplyvnilo hodnoty extraktu stanoveného pri 45°C. Hodnoty nevyhovujúce norme boli pri tejto odrode stanovené pri rozpustnom dusíku, friabilite a obsahu β-glukanov, ktorých nepriaznivé hodnoty nebolo N hnojenie schopné eliminovať.
- Kŕmne parametre nadzemnej hmoty jačmeňa ozimného (obsah metabolizovateľnej energie, netto energia laktácie, skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve) nevykazovali v rastovej fáze voskovo-mliečnej zrelosti vplyvom pôsobenia sledovaných pokusných faktorov podstatné rozdiely a svojimi kŕmnymi hodnotami spĺňajú požiadavky poľovnej zveri na energetické a bielkovinové ukazovatele.
- Z vyššie uvedených odporúčaní vyplýva, že odroda jačmeňa ozimného Babylone nespĺňa väčšinu kritérií pre jej využitie ako sladovníckej suroviny. Avšak svojou citlivosťou na N-hnojenie vyúsťujúcou do vysokého obsahu NL v zrne je vhodnou odrodou pre pestovanie na kŕmne účely, najmä pri vyššej intenzite hnojenia na úrovni 100 kg N.ha<sup>-1</sup>. Naopak, pri zrne odrody Barcelona väčšina parametrov vyhovuje norme pre sladovnícke spracovanie (najmä pri nižšej a strednej intenzite hnojenia na úrovni 50, resp. 70 kg N.ha<sup>-1</sup>), a preto možno túto odrodu odporučiť na zaradenie do pestovateľského systému, najmä ako rezervu na stanovištiach a v rokoch kedy sa nedopestuje dostatok vhodnej suroviny na výrobu sladu z jačmeňa jarného.
- V charakteristikách povolených odrôd jačmeňa ozimného by bolo vhodné uviesť aj informáciu o relatívnej vhodnosti resp. nevhodnosti danej odrody pre pestovanie na sladovnícke účely

## 7 POUŽITÁ LITERATÚRA

- ALAM, M. Z - HAIDER, S. A. 2007. Accumulation of Protein, Chlorophyll and Relative Leaf Water Content in Barley (*Hordeum vulgare* L.) In *Relation to Sowing Time and Nitrogen Fertilizer, Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, vol. 3, 2007, no. 3, p. 149-152.
- CONRY, J. M. 1997. The influence of different nitrogenous fertilisers and foliar-applied sulphur on the yield, grain nitrogen and screenings of spring malting barley. In *Biology and environment: proceedings of the royal irish academy*, vol. 97b, 1997, no. 2, p. 133-138.
- DE RUITER, J. M. - HASLEMORE, R. M. 1996. Role of nitrogen in dry matter partitioning in determining the quality of malting barley. In *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, no. 24, 1996, p. 77-87.
- DICKSON, A. D. 1979. Barley for malting and food, pp. 136-146. In *Barley: Botany, culture, winter hardiness, genetics, utilizations and pests. In USDA Handbook of Agriculture*, 1979, p. 338.
- FRANČÁKOVÁ, H. - TÓTH, Ž. 2005. *Sladovníctvo a pivovarníctvo*. Nitra : SPU, 2005. ISBN 80-8069-544-X.
- FRANČÁKOVÁ, H. - BOJŇANSKÁ, T. 2000. Technologická kvalita jačmeňa ozimného. In *Pestovanie a využitie obilnín na prelome milénia*. Nitra : VES SPU, 2000, s. 101-104.
- FUCHS, W. - ZABEL, S. 1981. Einfluss agrotechnischer Massnahmen auf die Braufqualität. In *Zb. ref. Braugerstetanung 80, Halle-Wittenberg, Martin-Luther-Universität 1981*, s. 235-247.
- GOBLIRSCH, C. A. – HORSLEY, R. D. – SCHWARZ, P. B. 1996. A strategy to breed low protein barley with acceptable kernel colro and diastatic power. In *Crop Sci.*, no. 36, 1996, p. 41-44.
- HAYES, P. et al. 2004. *Making molekular markers work to achieve barley improvement*. Dostupné online na [[http://: www. google.sk](http://www.google.sk)] Oregon: Oregon State University, 2004.
- HOLKOVÁ, S. 2003. Jačmeň biológia, pestovanie, využívanie. In *Agroekofond n.o.* Nitra, 2003, s. 86-99.
- KÁŠ, M. 2004. Results of International Field Experiment (IOSDV) in Lukavec In *Staff of the division*, 2004, s. 8.
- KOSAŘ, K. et al. 2003. In *Technologie výroby sladu a piva*. [ CD-ROM]. Praha : Výzkumní ústav pivovařský a sladařský, 2000.
- KRAUSKO, M. et al. 1980. *Jarný jačmeň*. Bratislava : Príroda, 136 s. ISBN 64-071-80.
- LANGRELL, D. E. – EDNEY, M. J. 2006. *Quality of western Canadian malting barley*.
- MAHLER, R. L. – GUY, S. O. 2005. Northern Idaho Fertilizer Guide Winter Barley University of Idaho. In *Colloge of agricultural and life sciences*, 2005, p. 1-4.
- MARSHALL, B. - ELLIS, R. P. 1998. Growth, yield and grain quality of barley (*Hordeum vulgare* L.) in response to nitrogen uptake II. Plant development and rate of germination R.P. In *Journal of Experimental Botany*, vol. 49, 1998, no. 323, p. 1021-1029.
- MÍŠA, P. 2001. Zakládání porostu a hnojení ozimého ječmene. In *Úroda*, roč. 30, 2001, č. 4, s. 6-7.

- MOLNÁROVÁ, J. - ŽEMBERY, J. 1999. *Obilniny II.: Pestovanie jarných hustosiatych hustosiatych obilnín a jačmeňa ozimného*. Nitra : UVTIP, 1999. 102 s. ISBN 80-853330-65-2.
- PETERSON, G. A. - FORSTER, A. E. 1973. Malting barley in the United States. In *Adv. Agron.*, no. 25, 1973, p. 327-378.
- PETTERSSON, C. G. 2006. Variation in yield and protein content of malting barley methods to monitor and ways to control. In *Report from the Department of Crop Production Ecology*, no. 1.
- PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š. 1989. *Kvalita jačmeňa*. Bratislava : Príroda, 228 s. ISBN 80-07-00353-3.
- PELIKÁN, M. - SUKOVÁ, M. 1998. *Hodnocení a využití rostlinných produktů*. České Budějovice : ZF JU, 1998. 181 s.
- SLABOŇSKY, A. 1985. *Jezmień jary i ozimy*. Warszawa : Państw. Wydawn. Roln. i Lésne, 1985.
- ŠOLTYSOVÁ, B. – DANILOVIČ, M. 2005. Zmeny úrod a kvalitatívnych parametrov jačmeňa sateho jarného v závislosti od podmienok prostredia. In Rožnovský, J. - Litschmann, T. (ed). 2005. *Bioklimatologie současnosti a budoucnosti*. ISBN 80-86 690-31-08.
- TOFFOLI, F. – GIANINETTI, A. – CABALLERO, A. – FINOCCHIARO, F. – STANCA, A. M. 2003. Effects of Pulses of Higher Temperature on the Development of Enzyme Activity During Malting. In *J. Inst. Brew.*, vol. 109, 2003, no. 4, p. 337-341.
- ZHANG, G. et al. 2001. Cultivar and Environmental Effects on (1-3,1-4)-D-Glucan and Protein Content in Malting Barley. In *Journal of Cereal Science*, no. 34, 2001, p. 295-301. Dostupné online: [<http://www.idealibrary.com>].
- YIN, C. - ZHANG, G. P. - WANG, J. M. - CHEN, J. X. 2002. Variation of beta-amylase activity in barley as affected by cultivar and environment and its relation to protein content and grain weight. In *J. Cereal Science*, no. 36, 2002, p. 307-312.
- YAVAS, I. – UNAY, A. 2006. Influence of different nitrogen levels on yield, agronomic characters and quality of malting barley. In *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 3, 2006, no. 1, p. 51 – 53.

## 8 ZOZNAM PUBLIKOVANÝCH PRÁČ

- BENČÍKOVÁ M., SLAMKA P. 2005. Regulácia dusíkatej výživy pri alternatívnom pestovaní ozimného jačmeňa na krmne a sladovnícke účely. In *Mendelnet 05 Agro-sborník z abstraktů z konference postgraduálního doktorského studia*. Brno : MZLU, 2005.
- BENČÍKOVÁ M., SLAMKA P. 2006. Hnojenie jačmeňa ozimného dusíkom na krmne a sladovnícke účely. In *Zborník z VII. Vedeckej konferencie doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov*. Nitra : FPV UKF, 2006.
- BENČÍKOVÁ M., SLAMKA P. 2006. Regulácia dusíkatej výživy pri alternatívnom pestovaní ozimného jačmeňa na krmne a sladovnícke účely II. In *Mendelnet 06 Agro-sborník z abstraktů z konference postgraduálního doktorského studia*. Brno : MZLU, 2006.
- BENČÍKOVÁ M., SLAMKA P. 2007. Hnojenie jačmeňa ozimného dusíkom na krmne a sladovnícke účely. In *Zborník z VIII Vedeckej konferencie doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov*. Nitra : FPV UKF, 2007.

BENČÍKOVÁ M., SLAMKA P., KRČEK M., GOLISOVÁ A. 2007. Vplyv aplikácie dusíkatého hnojenia na klíčivosť a fyzikálno- mechanické parametre zrna jačmeňa ozimného. In *Sborník z medzinárodnej konferencie : Výživa rastlín a její perspektivy*. Brno : MZLU, 2007. s. 213.

KRČEK M., SLAMKA P., BENČÍKOVÁ M., OLŠOVSKÁ K. 2007. Vplyv dusíkatej výživy na odber živín nadzemnou fytoomasou jarného jačmeňa (*Hordeum distichon*) pestovaného v podmienkach vodného deficitu. In *Sborník z medzinárodnej konferencie : Výživa rastlín a její perspektivy*. Brno : MZLU, 2007. s. 283.

SLAMKA, P., BENČÍKOVÁ, M., KRČEK, M., BRESTIČ, M., 2007. Vplyv N-hnojenia a pôdnej vlhkosti na aktivitu nitrátreduktázy v listoch jačmeňa ozimného. In *Acta Phytotechnica et zootechnica*, roč. 10, 2007, č. 1, s. 7.

BENČÍKOVÁ M., SLAMKA P. Vplyv optimalizácie hnojenia dusíkom na úrodu a sladovnícke parametre jačmeňa ozimného, In *II. Vedecká konferencia doktorandov s medzinárodnou účasťou, zborník z konferencie*. Nitra : SPU, 2007, s. 10.

BENČÍKOVÁ M., SLAMKA, P. 2007. Dynamika zmien koncentrácie živín a pomerov jednotlivých živín v sušine nadzemnej biomasy jačmeňa ozimného odrôd Barcelona a Babylone a jej vplyv na úrodu. In *Mendelnet 2007, Sborník z medzinárodnej konferencie posluchačů postgraduálního doktorandského studia*. Brno : MZLU, 2007. s. 22.

KRČEK M., SLAMKA P., BRESTIČ M., OLŠOVSKÁ K, BENČÍKOVÁ M. 2008. Reduction of drought stress effect in spring barley (*Hordeum vulgare*.L) by nitrogen fertilization . In *Plant Soil and Environment*, vol. 54., no. 1, s. 7-13.

SLAMKA P., HANÁČKOVÁ E., BENČÍKOVÁ M., MACÁK, M. Effect of nitrogen supply level in soil on malt characteristics of winter barley grain. 2008 In *VII. Alps-Adria Scientific Workshop Stara Lesna, Slovakia, Akadémiai Kiadó*, vol. 36, p. 1439-1442.

LOŽEK O., SLAMKA P., VARGA L., BENČÍKOVÁ M. Effect of Pentakeep V foliar application on yields and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and spring barley (*Hordeum vulgare* L.) 2007. In *Proceedings of Pentakeep International Scientific Workshop 2007 In Prague*, p. 38-43.

## 9 OHLASY NA PUBLIKOVANÉ PRÁCE A OCENENIA

### SCI citácie:

KRČEK, M.- SLAMKA, P.- OLŠOVSKÁ, K.-BRESTIČ, M.-BENČÍKOVÁ, M. 2008. Reduction of drought stress effect in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) by nitrogen fertilization. In *Plant, Soil and Environment*, vol. 54, 2008 no. 1, p. 7-13.

(počet SCI citácií = 1)

**Author(s): Haberle, J (Haberle, J.); Svoboda, P (Svoboda, P.); Raimanova, I (Raimanova, I)**

**Title: The effect of post-anthesis water supply on grain nitrogen concentration and grain nitrogen yield of winter wheat**

**Source: PLANT SOIL AND ENVIRONMENT, 54 (7): 304-312 JUL 2008**

BENČÍKOVÁ M., SLAMKA P. 2006. Regulácia dusíkatej výživy pri alternatívnom pestovaní ozimného jačmeňa na krmne a sladovnícke účely II. In *Mendelnet 06 Agro-sborník z abstraktů z konferencie postgraduálního doktorského studia*. Brno : MZLU, 2006, ISBN 80-7157-999-8. - **ocenené 2. miestom v sekcii Fytotechnika**