

OBSAH N-LÁTEK A VÝNOS ZRNA SLADOVNICKÉHO JEČMENE V MONOKULTURNÍCH SYSTÉMECH PĚSTOVÁNÍ

PROTEIN CONTENT AND GRAIN YIELD OF MALTING BARLEY IN CONTINUOUS CROPPING SYSTEMS

JAN HRUBÝ¹, KAREL VEJRAŽKA¹, BARBORA BADALÍKOVÁ¹, BLANKA PROCHÁZKOVÁ², MIROSLAV JANEČEK³

¹Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Zahradní 1, 66441 Troubsko / *Agricultural Research Ltd., Zahradni 1, CZ-664 41 Troubsko*, e-mail: vejrazka@vupt.cz

²MZLU v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno / *MUAF in Brno, Zemedelska 1, CZ-613 00 Brno*

³Výzkumný ústav rostlinné výroby v. v. i., Praha-Ruzyně, Pokusná stanice Ivanovice na Hané / *Crop Research Institute Prague, Field Trial Station Ivanovice na Hane*

Hrubý, J. – Vejražka, K. – Badalíková, B. – Procházková, B. – Janeček, M.: Obsah N-látek a výnos zrna sladovnického ječmene v monokulturních systémech pěstování. *Kvasny Prum.* 55, č. 6, s. 143–149.

V předloženém příspěvku jsou hodnoceny výnosy zrna a obsah bílkovin v zrně jarního ječmene v monokulturních systémech jeho pěstování. Pokus probíhal v letech 2001–2006 v řepařské výrobní oblasti na stanovišti Ivanovice na Hané. Pěstovány byly odrůdy Akcent a Forum (2001–2003), poté odrůdy Jersey a Prestige (2004–2006). Pokusné varianty byly – podmítka strniště, podmítka s meziplodinou, zapravení slámy do půdy, meziplodina se zapravením slámy, pálení slámy a organické hnojení hnojem. Byl zjištěn statisticky průkazný vliv ročníku, varianty ošetření a předplodiny na úroveň výnosu a obsahu bílkovin v zrně. Nízké výnosy a obsah bílkovin byly dosahovány na variantách se zapravenou slámou do půdy.

Hrubý, J. – Vejražka, K. – Badalíková, B. – Procházková, B. – Janeček, M.: Protein Content and Grain Yield of Malting Barley In Continuous Cropping Systems. *Kvasny Prum.* 55, No. 6, p. 143–149.

In the present study grain yields and grain protein content of spring barley grown in continuous cropping were evaluated. The trial was carried out in the years 2001–2006 in a sugar beet growing region on a site at Ivanovice na Hané. The varieties Akcent and Forum were grown in the years 2001–2003; Jersey and Prestige were grown afterwards (2004–2006). The treatments were as follows: stubble breaking, stubble breaking with a catch crop, straw incorporation into the soil, a catch crop with straw incorporation, straw burning, and organic fertilizer application. A statistically significant effect of year, treatment and previous crop on grain yields and grain protein content has been found. Low yields and low protein content were in treatments with straw incorporated into the soil.

Hrubý, J. – Vejražka, K. – Badalíková, B. – Procházková, B. – Janeček, M.: Gehalt der N-Stoffen und Gerstenkornenertrag im Monokultursystemanbau. *Kvasny Prum.* 55, Nr. 6, S. 143–149.

In dem vorliegenden Artikel werden Gerstenkornenerträge und Eiweißgehalt im Korn der Sommergersten im Monokultursystemanbaubereich ausgewertet. Der Versuch fand im Zeitraum 2001–2006 in einem Zuckerrübenanbaubereich im Ort Ivanovice na Hané statt. Es wurden die Gerstensorten Akcent und Forum (in den Jahren 2001–2003), danach Gerstensorten Jersey a Prestige (in den Jahren 2004–2006) gezüchtet. Die Versuchsvarianten wurden: Stoppelsturz, Stoppelumbruch mit Zwischenpflanzenanbau, Stroheinpflügen, Zwischenpflanzenanbau mit Stroheinpflügen, Strohbrandverfahren und Stalldungdüngung. Es wurde ein statistisch bedeutender Einfluss des Jahrgangs, der Behandlungsvarianten, Vorpflanze auf den Ertrag und Eiweißgehalt im Korn ermittelt. Niedrige Erträge und Eiweißgehalt wurden mit den Varianten eines Stroheinpflügens erreicht.

Klíčová slova: ječmen jarní, monokultura, agrotechnické zásahy, výnos, N-látky v zrně

Keywords: spring barley, continuous cropping, agronomy measures, yield, protein in grain

1 ÚVOD

Ječmen jarní je většinou tolerantnější na vyšší podíl obilovin v osevním postupu i monokulturní pěstování než pšenice ozimá, a to zvláště v oblastech se silnějším výskytem chorob pat stébel [1]. Řada víceletých pokusů potvrzuje, že jednostranně zaměřené osevní postupy na opakované pěstování obilovin většinou dříve nebo později vedou k poklesu výnosů zrna a výnosové stability [2, 3]. Jednou z podmínek monokulturního pěstování ječmene jarního je nutné uplatňování takových intenzifikačních a fytosanitárních opatření, kde kromě organického hnojení se zdůrazňuje nutnost zařazování vymrzajících meziplodin.

Výsledky dlouhodobého pokusu v Ivanovicích na Hané prokazují vyšší výnosovou úroveň ječmene jarního pěstovaného v obilní monokultuře, tj. při každoročním střídání ječmene jarního s pšenicí ozimou oproti monokultuře ječmene jarního [4].

Dlouhodobé působení (1971–2004) různých forem agrotechnických zásahů včetně organického hnojení i aplikovaných fytosanitárních zásahů ovlivňuje výnosy zrna i výnosové trendy ječmene jarního pěstovaného v monokultuře na stanovišti v Ivanovicích na Hané. Výsledky ukazují na výrazně příznivý vliv pálení slámy a zeleného hnojení na výnosy zrna a naopak na nepříznivý vliv každoročního zapravování slámy do půdy. Zapravování slámy do půdy při opakovaném pěstování ječmene jarního mělo v daných podmínkách (sušší a teplejší podmínky řepařské oblasti) na výnosy zrna negativní vliv. Příz-

1 INTRODUCTION

Spring barley is usually more tolerant to a higher proportion of cereals in a crop rotation and to continuous cropping than winter wheat, especially in regions with a frequent occurrence of take-all [1]. A number of long-term trials confirmed that one-sided crop rotations aimed at cereal continuous cropping, sooner or later, resulted in grain yield reductions and decreased yield stability [2, 3]. One of the conditions of successful spring barley continuous cropping is the necessity of taking intensification and phytosanitary measures where besides organic fertilizer the incorporation of winterkilled catch crops is emphasized.

The results of a long-term trial at Ivanovice na Hané showed higher yields of spring barley grown in cereal monoculture (annual rotation of spring barley and winter wheat) than in spring barley continuous cropping [4].

Long-term action (1971–2004) of agronomy measures, including organic fertilizer application and phytosanitary effects, had an effect on grain yields and yield trends of spring barley grown in continuous cropping on a site at Ivanovice na Hané. The results revealed an extremely favourable effect of straw burning and green manure on grain yields and an unfavourable effect of annual straw incorporation into the soil. Straw incorporation into the soil in spring barley continuous cropping under these conditions (drier and warmer conditions of a sugar beet growing region) had a negative effect on grain yields. A fa-

nivní vliv pálení slámy a zeleného hnojení na výnosy ječmene jarního pěstovaného v monokultuře lze dát do souvislosti s fytosanitárními účinky těchto zásahů, souvisejících s redukcí inhibičních vlivů slámy a posklizňových zbytků [5].

Nepříznivé účinky vyšší koncentrace obilnin lze do určité míry kompenzovat [1, 6]. Jako opatření pro zmírnění negativních účinků se doporučuje zvýšený přísun živin do půdy, pěstování mezipodlin na zelené hnojení, podpora rozkladu posklizňových zbytků a slámy, výběr vhodných odrůd a chemická ochrana rostlin. Příznivý vliv na výnosy zrna a jejich stabilitu má rovněž spalování slámy, především pro jeho fytosanitární účinky. Použitelnost tohoto opatření je však značně omezena s ohledem na technické a bezpečnostní problémy i dopady na životní prostředí. Hrubý et al. [7, 8] zjistili výrazně nadprůměrné hodnoty obsahu N-láték v zrně u variant s organickým hnojením u všech hodnocených odrůd, obsah N-láték v zrně byl především významně ovlivněn ročníkem.

Obsah N-láték je základním kvalitativním parametrem zrna sladovnického ječmene. Prokeš [9] uvádí, že obsah bílkovin v zrně ječmene jarního může kolísat od 8 do 12 %, ale i do 16 %. Optimální hranice obsahu bílkovin jsou v rozmezí 10,2–11,0 % [10]. Obilky s nižšími hodnotami obsahu bílkovin vykazují nižší enzymatickou aktivitu [9], naopak vysoká úroveň negativně (–0,78*) ovlivňuje obsah extraktu [11]. Část bílkovin, hordeiny, spolu tvoří bílkovinnou matici, ve které jsou umístěna škrobová zrna. Tato kostra pak tvoří mechanickou bariéru pro přístup amylolytických enzymů [12].

I když je problematika účinku jednotlivých frakcí hordeinů intenzivně sledována, stále jsou nejasnosti v účincích jednotlivých bílkovinných podjednotek na sladovnickou kvalitu [13]. Šimič et al. [14] zjistil silný negativní vztah (r od –0,82* do –0,97*) mezi obsahem škrobu, resp. extraktu a celkovým obsahem hordeinů, resp. B- a D- hordeinů. Obsah C- hordeinů neovlivnil obsah škrobu, resp. extraktu, avšak výrazně ovlivnil další kvalitativní ukazatele – viskozitu sladiny (0,60) a friabilitu (–0,58).

Obsah N-láték v zrně a výnos zrna jsou klíčové pro úspěch celého řetězce zemědělec – výkup – sladovna. Z tohoto důvodu byly tyto parametry vybrány pro posouzení vhodnosti testovaných agrotechnických zásahů v monokulturních systémech.

2 MATERIÁL A METODY

Charakteristika pokusného stanoviště Ivanovice na Hané

Půdní podmínky – půda je typická černozem vzniklá na pleistocenní spraši, mocnost ornice je 0,30 m, půdní druh ornice i podornice je hlinitý. Půdní reakce je neutrální, humózní ornice s obsahem 2,8 % humusu a mírně humózní podornicí 1,6 %. Obsah fosforu a draslíku v ornici je střední. Nadmořská výška stanoviště je 225 m, průměrná roční teplota 9,13 °C, průměrný srážkový úhrn 539,9 mm.

Metodika pokusu

Dlouhodobý pokus s monokulturním pěstováním ječmene jarního po pšenici ozimé s různými agrotechnickými a fytosanitárními zásahy byl založen v podmínkách řepařské výrobní oblasti v roce 1971 na pokusné stanici v Ivanovicích na Hané (dříve Výzkumný ústav základní agrotechniky Hrušovany u Brna, nyní Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i. Praha-Ruzyně). Pokus nadále pokračuje.

Monokultury:

- ječmen jarní po ječmeni jarním
- ječmen jarní po pšenici ozimé.

Varianty agrotechnických zásahů

- podmítka strniště
- podmítka + mezipodlina (svazanka vratičolistá)
- zapravení slámy do půdy
- zapravení slámy + mezipodlina (svazanka vratičolistá)
- pálení slámy
- organické hnojení – chlévský hnůj.

Minerální hnojení

- P_2O_5 – 90 kg.ha⁻¹, K_2O – 120 kg.ha⁻¹,
- dávky minerálního dusíku – od roku 1981 činí jednotná dávka 50 kg.ha⁻¹ č. ž., minerální hnojení je aplikováno před setím
- Ca – saturační kaly v dávce 3,0 t.ha⁻¹ (aplikace 1x za čtyři roky).

Základní charakteristika jednotlivých agrotechnických zásahů

- zaorávka rozdrčené slámy ihned po sklizni předplodiny do hloubky 0,20 m tříradličným pluhem,

positive effect of straw burning and green manure on yields of spring barley grown in continuous cropping can be associated with phytosanitary effects of these measures including reduction in the inhibitory effects of straw and postharvest crop residues [5].

Unfavourable effects of a high proportion of cereals may, to some extent, be compensated for [1, 6]. To mitigate the negative effects an increased supply of nutrients in the soil, growing catch crops for green manure, promotion of postharvest crop residue and straw degradation, selection of suitable varieties and chemical plant protection are recommended. A positive effect on grain yields and their stability is also exerted by straw burning mainly due to its phytosanitary effects. This practice, however, is not so widely used because of potential technical and safety problems and environmental hazards. Hrubý et al. [7, 8] found considerably above average grain protein content in the treatments with organic fertilizer in all the varieties under study. Grain protein content was considerably influenced predominantly by year.

Protein content is a basic qualitative parameter of grain of malting barley. Prokeš [9] pointed out that protein content in spring barley grain might fluctuate from 8 to 12 %, but sometimes even to 16 %. The optimal levels of protein content are in the range 10.2–11.0 % [10]. Caryopses with lower protein content show a lower enzymatic activity [9]. On the contrary, a high level (–0.78*) has a negative effect on extract content [11]. Some proteins, hordeins, are a dominant component of the protein matrix, in which starch granules are located. This skeleton forms the mechanical barrier to amylolytic enzyme entering [12].

Even though the effects of particular hordein fractions have been intensively studied, there are still ambiguities in the effects of individual protein subunits on malting quality [13]. Šimič et al. [14] found a strong negative relationship (r from –0.82* to –0.97*) between the content of starch or extract and the total content of hordeins, i.e. B- and D- hordeins. The content of C- hordeins did not affect the content of starch or extract but it had a marked effect on the other qualitative indices – brewer's wort viscosity (0.60) and friability (–0.58).

Grain protein content and grain yields are the key to success in the cycle from farmer to grain purchaser to malt house. For this reason, these parameters were chosen to assess the suitability of particular agronomy practices in continuous cropping.

2 MATERIAL AND METHODS

Characteristics of an experimental site at Ivanovice na Hané

Soil conditions – soil is typical black soil developed on Pleistocene loess, topsoil thickness is 0.30 m, topsoil and plough pan are loamy. The soil reaction is neutral, topsoil contains 2.8% of humus and plough pan contains 1.6 % of humus. Phosphorus and potassium contents in the topsoil are medium. The altitude of the site is 225 m, the average annual temperature is 9.13 °C, and the average precipitation sum is 539.9 mm.

Trial methodology

A long-term trial with monoculture of spring barley after winter wheat with different agronomy and phytosanitary measures was established in a sugar beet growing region in the year 1971 in an experimental station in Ivanovice na Hané (the former Research Institute of Basic Agronomy at Hrušovany u Brna, now the Research Institute of Plant Production, Praha-Ruzyně). The trial is still in progress.

Monocultures

- spring barley after spring barley
- spring barley after winter wheat

Agronomy practices

- stubble breaking
- stubble breaking + catch crop (*Phacelia tanacetifolia*)
- straw incorporation into the soil
- straw incorporation + catch crop (*Phacelia tanacetifolia*)
- straw burning
- organic fertilizer – farmyard manure

Mineral fertilizer application

- P_2O_5 – 90 kg.ha⁻¹, K_2O – 120 kg.ha⁻¹,
- Mineral N rates – from the 1981 the single rate is 50 kg.ha⁻¹ a.i., mineral fertilizer is applied before sowing
- Ca – saturated sludge at a rate of 3.0 t.ha⁻¹ is applied every four years

Tab. 1 Analýza variance N-látek a výnosu zrna v období 2001–2003 a 2004–2006 / Analysis of variance for N-content and grain yield in 2001–2003 and 2004–2006 period

Zdroj proměnlivosti / Source of variation	d. f.	NL / N-substances		Výnos / Yield	
		2001–2003	2004–2006	2001–2003	2004–2006
		MS	MS	MS	MS
odrůda / variety	1	0,001	1,307	0,144	6,83**
varianta / treatment	5	9,13**	1,34**	0,47**	1,18**
rok / year	2	32,18**	10,75**	31,66**	236,50**
předplodina / fore-crop	1	0,389	0,092	1,85**	1,46**
odrůda*varianta / variety*treatment	5	0,260	1,01**	0,040	0,056
odrůda*rok / variety*year	2	0,069	0,020	0,74**	0,59**
varianta*rok / treatment*year	10	0,465	1,09**	0,16**	2,57**
odrůda*předplodina / variety*fore-crop	1	0,140	0,231	0,095	0,002
varianta*předplodina / treatment*fore-crop	5	0,363	0,389	0,25**	0,064
rok*předplodina / year*fore-crop	2	0,765	1,36**	0,74**	0,232
Reziduum / Residual	37	0,444	0,365	0,069	0,097

Pozn. / Notes: ** značí statisticky průkazný vliv faktoru na hladině významnosti = 0,05 / ** indicate statistical a significant influence at level = 0.05

- b) setí meziplodiny secí kombinací do provedené podmičky,
c) podmička do hloubky 0,15 m tříradličným pluhem,
d) rozprostřená sláma po povrchu pozemku je spálena, po zásahu provedena podmička do 0,15 m.

V letech 2001–2003 byly pro potřeby pokusu pěstovány odrůdy Akcent a Forum, v letech 2004–2006 pak odrůdy Jersey a Prestige.

Maloparcelový pokus byl založen v 5 opakováních metodou dělených dílců o velikosti 2,5 x 10,7 m, sklizňová plocha činila 15 m². Chemická ochrana porostů ječmene jarního proti chorobám a škůdcům byla prováděna dle metodik Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského a Státní rostlinolékařské správy. U hodnocených odrůd byl vždy stanoven obsah N-látek (N.6,25) metodou dle Kjeldahla.

Výsledky byly rozděleny do dvou období podle použitých odrůd, tj. na 2001–2003 a 2004–2006. Výsledky byly statisticky zhodnoceny vícefaktorovou analýzou variance s následným testováním Tukey testem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ v prostředí programu Statistica 7.0.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Ječmen jarní prokazuje v podmínkách řepařské výrobní oblasti na černozemi poměrně dobrou snášenlivost při pěstování v monokultuře. Obdobnou problematikou se zabývala Procházková et al. [15] u pšenice ozimé pěstované rovněž v dlouhodobé monokultuře na stejném pokusném stanovišti.

Např. Psota a Ehrenbergerová [16] uvádějí, že ječmen jarní citlivě reaguje na výkyvy počasí v době vegetace, na agrotechnické vlivy a zásahy (předplodinu, termín setí, velikost výsevu, hnojení dusíkem apod.) i na všechny nedostatky a nevyrovnanosti půdy. V této souvislosti lze uvést, že významnými faktory ovlivňujícími kvalitu polních plodin jsou především ročník a odrůda, dále je to hnojení (minerální, organické včetně zapravování posklizňových zbytků do půdy). Jako méně výrazný faktor ovlivňující kvalitu je zpracování půdy [17].

Dusíkaté látky

Analýzou variance nebyl zjištěn statisticky průkazný vliv odrůdy na obsah dusíkatých látek v zrně (tab. 1). Tato skutečnost odpovídá současnému stavu v odrůdové skladbě, kdy díky sladovnickému zaměření odrůdy téměř optimálně akumulují dusíkaté látky v zrně.

V obou sledovaných třiletých obdobích byl zjištěn statisticky průkazný vliv varianty ošetření a roku pěstování na obsah dusíkatých látek. V období 2004–2006 pak byl zjištěn i průkazný vliv interakcí ročník x varianta ošetření a rok x předplodina (tab. 1). Následným testováním byly varianty ošetření rozděleny do tří skupin. V první skupině s nejnižšími hodnotami dusíkatých látek byla zastoupena varianta podmička strniště (2001–2003), resp. varianta meziplodiny se zapravením slámy (2004–2006), (tab. 2). Zde lze v této souvislosti např. konstatovat [18], že se snižující se intenzitou zpracování půdy, tj. zejména snižováním hloubky zpracování půdy, často klesá obsah N-látek v zrně ječmene jarního. Hrubý [19] tento poznatek potvrdil s tím, že při použití minimalizačních technologií zpracování půdy se snížil obsah N-látek v zrně ječmene v průměru o 0,3–0,4 %.

Basic characteristics of agronomy practices

- a) Turning under of crushed straw immediately after previous crop harvest to a depth of 0.20 m with a three furrow plough
b) Sowing the catch crop with a combined drill into stubble
c) Stubble breaking to a depth of 0.15 m with a three furrow plough
d) Straw dispersed over the plot is burnt, stubble breaking to a depth of 0.15 m afterwards

In the years 2001–2003 the varieties Akcent and Forum were grown and in the years 2004–2006 Jersey and Prestige were involved.

A small plot trial was established with five replications and a split plot design. The size of each plot was 2.5 x 10.7 m and the harvest area was 15 m². Chemical pest and disease control in spring barley stands was based on the methodology of the Central Crop Inspection and Testing Institute and the State Plant Medicine Administration. Protein content in varieties (N.6.25) was determined by the Kjeldahl method.

The results were divided into two periods (by varieties), a period of 2001–2003 and a period of 2004–2006. The results were statistically processed by a multi-factor analysis of variance followed by the Tukey test at the significance level $\alpha = 0.05$ using the program Statistica 7.0.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Spring barley in a sugar beet growing region on Chernozem shows relatively good tolerance when grown in continuous cropping. The same aspects were studied by Procházková et al. [15] in winter wheat grown in long-term monoculture on the same experimental site.

For example, Psota and Ehrenbergerová [16] showed that spring barley responded very sensitively to weather fluctuations during ve-

Tab. 2 Následné testování průměrů variant ošetření pro N-látky [%] a výnos zrna [t.ha⁻¹] / Multiple range analysis of treatment for N-substances [%] and grain yield [t.ha⁻¹]

NL / N-substances						Výnos / Yield					
2001–2003			2004–2006			2001–2003			2004–2006		
A	9,74	a	D	9,91	a	C	6,18	a	F	5,34	a
D	9,77	ab	A	10,20	ab	B	6,37	ab	C	5,77	b
C	10,03	ab	C	10,21	ab	D	6,38	ab	D	5,82	b
B	10,12	ab	E	10,33	ab	A	6,41	ab	A	5,96	bc
E	10,57	b	B	10,35	ab	E	6,68	b	B	6,02	bc
F	12,05	c	F	10,92	b	F	6,69	b	E	6,28	c

Pozn. / Notes: A – podmička strniště / stubble breaking, B – podmička + meziplodina / stubble breaking + catch crop, C – zapravení slámy do půdy / straw incorporation into the soil, D – zapravení slámy + meziplodina / straw incorporation + catch crop, E – pálení slámy / straw burning, F – organické hnojení – chlévský hnůj / organic fertilizer – farmyard manure
Odlišná malá písmena označují statisticky průkazně odlišné skupiny / Average values indicated by various small letters are statistically different

Tab. 3 Následné testování průměrů roků pěstování pro N-látky [%] a výnos zrna [t.ha⁻¹] / *Multiple range analysis of years for N-substances and grain yield [t.ha⁻¹]*

NL / N-substances			Výnos / Yield		
2001–2003			2001–2003		
2003	9,09	a	2003	5,23	a
2002	10,73	b	2002	6,62	b
2001	11,32	c	2001	7,51	c

Odlišná písmena označují statisticky průkazně odlišné skupiny / *Average values indicated by various letters are statistically different*

Vysoký obsah dusíkatých látek byl dosahován u varianty organické hnojení, ostatní varianty dosahovaly průměrných až nízkých hodnot.

Při současném vysokém zastoupení obilovin v osevních postupech se stále častěji uplatňuje sláma jako organické hnojivo, z toho pohledu byla do pokusu rovněž zařazena varianta se zaoráním slámy do půdy. V řadě polních pokusů se ukázalo, že právě zaorávka slámy do půdy může negativně ovlivnit růst i vývoj následně pěstovaného ječmene jarního. Aby se urychlil rozklad slámy zapravené po sklizni do půdy, aplikuje se na slámu dusíkaté hnojivo [20].

V přechodné skupině jsou varianty ošetření se zapravovanou organickou hmotou do půdy – podmítka + meziplodina fungující jako zelené hnojení (např. pěstovaná svazanka vrtičolistá), resp. varianta se zapravenou slámou do půdy, která je svým chemickým složením charakteristická především nízkým N a P [17].

Poněkud stranou v této skupině je varianta pálení slámy fungující především jako fytosanitární zásah.

Podle obsahu dusíkatých látek v zrně byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ve všech sledovaných letech, kromě roků 2004 a 2005. V letech 2003 a 2004 se průměr dusíkatých látek pohyboval dokonce pod 10 % (tab. 3). Významný vliv ročníku pěstování na obsah dusíkatých látek v zrně s velkou pravděpodobností ovlivnil i výše zmínované průkaznosti interakcí ročník x varianta ošetření a rok x předplodina (data nejsou ukázána). Vysvětlení interakce rok x předplodina vychází z tab. 1, kde není zjištěn statisticky průkazný vliv předplodiny na obsah N-látek. I přes pokroky šlechtitelů v oblasti distribuce dusíkatých látek tak stále zůstává ročník jako významný faktor.

Výnosy zrna

Vysoká koncentrace obilnin v osevních postupech, zejména u podniků bez živočišné výroby, vyžaduje častější sled obilnin po sobě. Z tohoto hlediska je věnována rovněž pozornost jejich pěstování v monokultuře, která je nejvyšší formou koncentrace obilnin v osevním postupu [21].

Pro zlepšení přehlednosti jsou prezentované výsledky týkající se výnosu zrna komentovány dle tříletých období sledování.

Období 2001–2003

Analýzou variance byl zjištěn statisticky průkazný vliv varianty ošetření, ročníku pěstování, předplodiny a interakcí odrůda x rok, varianta ošetření x rok, varianta ošetření x předplodina a rok x předplodina na úroveň výnosu zrna (tab. 1). Nejnižší průměrný výnos (6,18 t.ha⁻¹) byl dosažen u varianty zapravení slámy do půdy. Výrazně odlišnou skupinu tvořily varianty pálení slámy a organické hnojení, u kterých byl dosažen nejvyšší výnos zrna (6,68 a 6,69 t.ha⁻¹). Na účinek zásahu pálení slámy již upozornil Kos [1], který zdůraznil, že řešení problému hospodaření se slámou jejím spálením na pozemku i přes pozitivní výnosové reakce je třeba z dlouhodobého hlediska považovat za nežádoucí s ohledem na hospodaření s humusem a ochranu životního prostředí. Na zmírňování negativního vlivu monokulturního pěstování ječmene jarního se příznivě projevilo organické hnojení chlěvským hnojem, když výnosy zrna se pohybovaly na úrovni výnosů u varianty se spálením slámy. Na pozitivní vliv organického hnojení na výnosy zrna u monokultury ječmene jarního již např. upozornil Kopecký [22].

Tab. 4 Následné testování průměrů výnosů zrna [t.ha⁻¹] po předplodině / *Multiple range analysis of fore-crop for grain yield [t.ha⁻¹]*

Výnos / Yield		
2001–2003		
ječmen / barley	6,29	a
pšenice / wheat	6,61	b

Odlišná písmena označují statisticky průkazně odlišné skupiny / *Average values indicated by various letters are statistically different*

getation, agronomy measures (previous crop, sowing date, sowing rate, N application, etc.) and also to all soil deficiencies and imbalances. In this context, it is necessary to state that important factors affecting the quality of field crops are predominantly year and variety, and also fertilizers (mineral, organic, including the incorporation of postharvest crop residues into the soil). A less significant factor influencing quality is soil tillage [17].

Nitrogen substances

Analysis of variance did not reveal any statistically significant effect of variety on the content of nitrogen substances in the grain (Table 1). This conclusion is supported by the present situation in the collection of varieties. As there are an increasing number of varieties grown for malt, varieties accumulate nitrogen substances in grain in almost optimum amounts.

In both three-year study periods a statistically significant effect of treatment and year of growing on protein content was found. In the years 2004–2006 significant effects of year x treatment and year x previous crop interactions were also revealed (Table 1). By successive testing the treatments were divided into three groups. The first group with the lowest values of N substances included stubble breaking (2001–2003) and a catch crop with straw incorporation (2004–2006) (Table 2). As suggested by the results, it can be concluded [18] that with reduction in soil tillage, especially with reducing soil tillage depth, protein content in spring barley grain mostly decreases. Hrubý [19] confirmed this conclusion stating that with minimum tillage practices there was an average reduction of 0.3–0.4 % in grain protein content in spring barley.

A high content of N substances was produced with organic fertilizer application. The other treatments gave average to low values.

With present-day high proportions of cereals in crop rotations straw is more often used as an organic fertilizer. For this reason, straw incorporation into the soil was used as one of experimental treatments. In a number of field trials it became evident that it is the straw incorporation into the soil that might have a negative effect on growth and development of the following spring barley. To enhance the decomposition of straw incorporated into the soil, nitrogen fertilizer was applied to straw [20].

The transition group includes the treatment with organic matter incorporated into the soil – stubble breaking + a catch crop used as green manure (e.g. *Phacelia tanacetifolia*) and the treatment with the straw incorporated into the soil which is characterized predominantly by low N and P [17].

Only marginal in this group is straw burning acting as a phytosanitary measure.

The content of N substances in the grain showed a statistically significant difference in all the years under study except for the years 2004 and 2005. In the years 2003 and 2004 the average content of N substances was even lower than 10 % (Table 3). A significant effect of year on the content of N substances in the grain most probably affected also the above mentioned significance of year x treatment and year x previous crop interactions (data are not shown). The explanation of the year x previous crop interaction lies in Table 1, where there was no statistically significant effect of the previous crop on N substances found. Despite plant breeders' progress in N substance distribution, the year still remains a very important factor.

Grain yields

A high proportion of cereals in crop rotations mainly in farm companies without animal production demands more frequent succession of cereals one after another. For this reason, attention is also given to their cultivation in monoculture, which is characterized by the highest proportion of cereals in the crop rotation [21].

To give a better view, the results concerning grain yields are presented by three-year study periods.

A period of 2001–2003

Analysis of variance showed a statistically significant effect of treatment, year, previous crop and variety x year, treatment x year, treatment x previous crop and year x previous crop interactions on grain yields (Table 1). The lowest average yield (6.18 t.ha⁻¹) was produced in the treatment with straw incorporation. Completely different were treatments with straw burning and organic fertilizer where the highest grain yield was obtained (6.68 and 6.69 t.ha⁻¹). The effect of straw burning was already pointed out by Kos [1], who emphasized that straw burning on the plot despite its positive effect on yield has to be considered undesirable in the long run with respect to humus management and environment protection. The negative effect of spring bar-

Ostatní varianty ošetření pak tvoří přechodnou skupinu (tab. 2). Nejvyšší průměrný výnos zrna byl dosažen v roce 2001 (nárůst 43 % oproti roku 2003 viz tab. 3). Z pohledu volby předplodiny byly statisticky průkazně vyšší výnosy zrna ječmene po pšenici (tab. 4). Nejvyšší vliv na průkaznost interakce odrůda x rok měl rok pěstování. Kromě roku 2002 totiž sledované odrůdy tvořily v rámci roku homogenní skupinu (tab. 5). Reakce odrůd na jednotlivé varianty ošetření byla téměř identická, pouze odrůda Akcent snížila statisticky průkazně svůj výnos při zapravení slámy (tab. 6). Obdobně i u interakcí varianta ošetření x rok a rok x předplodina je zřejmý trend rozdělení souboru primárně dle ročníku pěstování (tab. 6).

Období 2004–2006

Analýzou variance byl zjištěn statisticky průkazný vliv odrůdy, varianty ošetření, ročníku pěstování, předplodiny, interakcí odrůda x rok a varianta ošetření x rok na úroveň výnosu zrna (tab. 1). Odrůda Prestige vykázala statisticky vyšší výnos (+0,51 t.ha⁻¹) oproti odrůdě Jersey. Tyto výsledky odpovídají výsledkům pokusů realizovaných UKZÚZ [23]. Podobně jako v období 2001–2003 byly varianty ošetření rozděleny do tří skupin, které se částečně překrývají. Nejvyšší výnos byl dosažen na variantě pálení slámy (tab. 2). Ve skupině s nízkou výnosovou hladinou se, stejně jako v období 2001–2003, vyskytovala varianta zapravení slámy do půdy. Tyto výsledky korespondují se závěry Kose [1], který spatřuje příčinu ve zpomalování rozkladu slámy za horších vláhových podmínek a tím zesílení fyto toxického účinku. Z dosažených výsledků monokulturně pěstovaného ječmene jarního (1974 až 2000) na stanovišti v Žabčicích (kukuřičná výrobní oblast) poukázali Procházková et al. [24] na vliv hloubky zapravované slámy do půdy na výnosy. V této souvislosti zaznamenali statisticky průkazný pokles výnosů zrna po mělkém a naopak nárůst výnosů po hlubším zapravování slámy.

Výrazně odlišně se chovala varianta organického hnojení, která v období 2001–2003 poskytla průměrně nejvyšší výnos, zatímco v tomto období byla nejhorší. Její průměrnou hodnotu však výrazně ovlivnil rok 2006, kdy díky extrémnímu průběhu počasí v letních měsících nemohly být tyto varianty ošetření hodnoceny, v ostatních letech (2004–2005) patřila tato varianta k výnosnějším.

Jako statisticky lepší předplodina byla opět zjištěna pšenice ozimá (tab. 4). K obdobným závěrům dospěl i Hrubý et al. [4]. V jeho pokusech dosáhl vyšší výnosovou úroveň ječmen jarní pěstovaný v obilní monokultuře (ječmen jarní po pšenici ozimé) oproti monokultuře ječmene.

Ročník 2006 byl statisticky významně horší oproti zbývajícím ročníkům (29 % výnosu oproti průměru let 2004 a 2005, tab. 3). Prů-

Tab. 5 Následné testování průměrů výnosů zrna [t.ha⁻¹] pro interakci odrůda x rok / *Multiple range analysis of interaction variety x year for grain yield [t.ha⁻¹]*

Výnos / Yield							
2001–2003				2004–2006			
Forum	2003	5,20	a	Jersey	2006	1,76	a
Akcent	2003	5,26	a	Prestige	2006	2,73	b
Akcent	2002	6,37	b	Jersey	2004	7,41	c
Forum	2002	6,86	c	Jersey	2005	7,51	c
Forum	2001	7,43	d	Prestige	2004	7,78	cd
Akcent	2001	7,59	d	Prestige	2005	8,01	d

Odlíšná písmena označují statisticky průkazně odlišné skupiny / *Average values indicated by various letters are statistically different*

ley continuous cropping was mitigated by farmyard manure application – grain yields were similar to those produced with straw burning. The positive effect of organic fertilizer on grain yields in spring barley continuous cropping was already mentioned by Kopecký [22].

The other treatments constitute a transition group (Table 2). The highest average grain yield was produced in the year 2001 (an increase of 43 % compared with the year 2003, see Table 3). As for the effect of the previous crop, statistically significantly higher grain yields were in barley after wheat (Table 4). The highest effect on the significance of the variety x year interaction was exerted by the year of growing. Besides the year 2002, all the varieties studied formed a homogeneous group (Table 5). Variety response to particular treatments was almost identical, only Akcent produced a statistically significantly lower yield after straw incorporation (Table 6). Similarly, in treatment x year and year x previous crop interactions there is a tendency to divide the collection primarily by year (Table 6).

A period of 2004–2006

Analysis of variance showed a statistically significant effect of variety, treatment, year, previous crop and variety x year and treatment x year interactions on the grain yield (Table 1). Prestige had a statistically higher yield (+0.51 t.ha⁻¹) than Jersey. These results correspond with results from the trials carried out by the CISTA [23]. Like in the years 2001–2003, the treatments were divided up into three groups which partly overlap. The highest yield was obtained with straw burning (Table 2). Like in the years 2001–2003, the low yield was ob-

Tab. 6 Následné testování průměrů výnosů zrna pro interakci varianta ošetření x rok, odrůda x varianta ošetření, rok x předplodina [t.ha⁻¹] / *Multiple range analysis of interaction variety x year, variety x treatment, year x fore-crop for grain yield [t.ha⁻¹]*

Varianta x rok / Treatment*year				Odrůda x Varianta / Variety*treatment				Rok x předplodina / Year*fore-crop			
varianta / treatment	rok / year	výnos / yield		odrůda / variety	varianta / treatment	výnos / yield		rok / year	předplodina / fore-crop	výnos / yield	
B	2003	4,80	a	Akcent	C	6,07	a	2003	pšenice / wheat	5,19	a
C	2003	5,06	ab	Forum	C	6,29	ab	2003	ječmen / barley	5,27	a
A	2003	5,30	ab	Akcent	B	6,30	ab	2002	ječmen / barley	6,36	b
D	2003	5,30	ab	Akcent	A	6,30	ab	2002	pšenice / wheat	6,88	c
E	2003	5,42	ab	Akcent	D	6,37	ab	2001	ječmen / barley	7,25	d
F	2003	5,51	b	Forum	D	6,38	ab	2001	pšenice / wheat	7,77	e
C	2002	6,27	c	Forum	B	6,44	ab				
A	2002	6,38	cd	Forum	A	6,51	ab				
D	2002	6,43	cd	Forum	F	6,67	b				
B	2002	6,68	cde	Forum	E	6,68	b				
E	2002	6,89	cdef	Akcent	E	6,69	b				
F	2002	7,06	defg	Akcent	F	6,71	b				
C	2001	7,22	efg								
D	2001	7,40	fg								
F	2001	7,51	fg								
A	2001	7,54	fg								
B	2001	7,64	g								
E	2001	7,74	g								

Pozn. / Notes: A – podmítka strniště / stubble breaking, B – podmítka + mezplodina / stubble breaking + catch crop, C – zapravení slámy do půdy / straw incorporation into the soil, D – zapravení slámy + mezplodina / straw incorporation + catch crop, E – pálení slámy / straw burning, F – organické hnojení – chlévský hnůj / organic fertilizer – farmyard manure

Odlíšná malá písmena označují statisticky průkazně odlišné skupiny / *Average values indicated by various small letters are statistically different*

Tab. 7 Následné testování průměrů výnosů zrna [t.ha⁻¹] pro interakci varianta ošetření x rok / Multiple range analysis of interaction treatment x year for grain yield [t.ha⁻¹]

Varianta ošetření x rok / Treatment*year			
varianta	rok	výnos	
F	2006	0,000000	a
B	2006	2,509039	b
E	2006	2,587289	b
A	2006	2,604913	b
D	2006	2,786484	b
C	2006	2,965518	b
C	2005	6,969754	c
D	2005	7,281015	cd
C	2004	7,376876	cd
D	2004	7,393392	cde
A	2004	7,465469	cde
B	2004	7,699600	cdef
F	2004	7,806910	def
E	2004	7,818195	def
A	2005	7,822592	def
B	2005	7,857256	def
F	2005	8,213104	ef
E	2005	8,424567	f

Pozn. / Notes: A – podmítka strniště / stubble breaking, B – podmítka + meziplodina / stubble breaking + catch crop, C – zapravení slámy do půdy / straw incorporation into the soil, D – zapravení slámy + meziplodina / straw incorporation + catch crop, E – pálení slámy / straw burning, F – organické hnojení – chlévský hnůj / organic fertilizer – farmyard manure. Odlišná malá písmena označují statisticky průkazně odlišné skupiny / Average values indicated by various small letters are statistically different

kaznost interakce odrůda x rok ovlivnil výrazně rok pěstování a z menší části i odrůda (tab. 5). Ve všech ročních pěstování dosáhla odrůda Prestige vyšší výnos oproti odrůdě Jersey. Následným testováním interakce varianta x rok pro období 2004–2006 se soubor rozdělil do dvou skupin (tab. 7). První skupinu tvoří všechny varianty v roce 2006. Ve druhé skupině se navzájem prolínají varianty ošetření přes roky pěstování. V roce 2006 jsou výnosově nejlepší varianty zapravení slámy a meziplodina + zapravení slámy, i když statisticky průkazně odlišné jen od varianty s organickým hnojením (tab. 7). Ve zbyvajících letech jsou naopak tyto varianty ošetření výnosově nejslabší. Možným vysvětlením je masivní polehnutí porostů ječmene v roce 2006, kdy porosty s vyšším výnosovým potenciálem byly výrazněji poškozeny oproti řidším porostům s nižší výnosovou hladinou. V optimálních ročních (2004, 2005) pak tyto varianty ošetření propadají a dosahují statisticky průkazně nižší výnos (tab. 7).

4 ZÁVĚR

Výsledky pokusu s dlouhodobým monokulturním pěstováním ječmene jarního po ječmeni jarním i po pšenici ozimé prokázaly, že:

- pšenice ozimá je vhodnější předplodinou než ječmen jarní,
- zapravení slámy do půdy může působit nepříznivě na výnos zrna i obsah N-látek v zrně,
- nejvyšší výnosy zrna byly dosahovány u variant s pálením slámy, resp. s organickým hnojením,
- ročník výrazně ovlivnil výnos zrna i obsah N-látek v zrně.

Vyhodnocené výsledky vlivů různého organického hnojení i aplikovaných fytosanitárních zásahů na výnosy a obsah N-látek v zrně pěstovaného ječmene jarního v podmínkách řepařské černozemní oblasti sice poukazují na možnosti jeho monokulturního pěstování, přitom tento systém pěstování je nutné pokládat i v daných agroekologických podmínkách za extrémní formu specializace. Monokultury jednoho druhu jsou z hlediska výnosu méně vhodné než obilní monokultury – např. ječmen jarní po pšenici ozimé.

Poděkování

Prezentované výsledky jsou součástí řešení výzkumných záměrů financovaných MŠMT pod identifikačními kódy MSM2629608001 a MSM6215648905 a výzkumného záměru MZE0002700601.

tained in the treatment with straw incorporation into the soil. These results correspond with the conclusions reached by Kos [1]. He found the cause in slowing down straw degradation under adverse moisture conditions and thus in a stronger phytotoxic effect. The results of spring barley continuous cropping (1974–2000) on a site at Žabčice (maize growing region) obtained by Procházková et al. [24] revealed the effect of the depth of straw incorporation into the soil on yields. They found statistically significant reductions in grain yields after shallow straw incorporation into the soil and yield increases after deeper straw incorporation.

Strikingly different was the treatment with organic fertilizer, which in the years 2001–2003 gave the highest average yield whereas in this period it was the worst. Its average value was, however, considerably influenced by the year 2006 when these treatments could not be assessed because of extreme weather conditions in summer months. In the other years (2004–2005) this treatment gave the highest yields.

A statistically better previous crop was winter wheat (Table 4). Similar results were also obtained by Hrubý et al. [4]. In his trials higher yields were produced by spring barley grown in a cereal monoculture (spring barley after winter wheat) than in barley continuous cropping.

The year 2006 was statistically significantly worse than the other years (29 % of the yield compared with the average from the years 2004 and 2005, Table 3). The significance of variety x year interaction was considerably influenced by the year of growing and to a lesser extent by the variety (Table 5). In all three years Prestige produced higher yields than Jersey. After the testing of treatment x year interaction for the period 2004–2006 the collection was divided into two groups (Table 7). The first group involved all treatments of the year 2006. In the second group treatments are combined with years of growing. In the year 2006 the best treatments as for yield were straw incorporation and catch crop + straw incorporation, even though they are statistically significantly different only from the treatment with organic fertilizer (Table 7). In the other years these treatments gave the lowest yields. The probable explanation is massive lodging of barley stands in the year 2006 when the stands with a higher yield potential were more badly damaged than thinner stands with lower yields. In the optimum years (2004, 2005) these treatments failed and gave significantly lower yields (Table 7).

4 CONCLUSION

The results of the experiment with long-term spring barley continuous cropping after spring barley and winter wheat showed that:

- Winter wheat is a more suitable previous crop than spring barley.
- Straw incorporation into the soil may have a negative effect on grain yield and grain protein content.
- The highest grain yields were produced after straw burning (organic fertilizer).
- Year had a considerable effect on grain yield and grain protein content.

The analysis of the results of the effects of different organic fertilizers and phytosanitary measures on grain yields and grain protein content in spring barley in the conditions of a sugar beet growing region on Chernozem shows the possibility of spring barley continuous cropping but this system of growing has to be considered an extreme form of specialization even in these agroecological conditions. As for yield, monocultures of one species are less suitable than cereal monocultures – e.g. spring barley after winter wheat.

Acknowledgement

The present results are part of the research projects funded by the Ministry of Education, Youth and Physical Education, identification codes MSM2629608001 and MSM6215648905 and the research project of the Ministry of Agriculture 0002700601.

Translated by Ivana Tulajová



Navštivte
nás na
drinktec
v hale B4.

Ať se na to podíváte z kterékoli strany: Kvalita na celé čáře.

Vy určíte obsah a formu, my dodáme optimální zařízení – vyrobené na míru podle nejvyšších technologických nároků. KHS vás bude doprovázet od koncepce až po zprovoznění jednotlivých komponent nebo kompletních plnicích a balicích linek a podpoří vás i při plynulé optimalizaci výrobních produktů. Důvěřujte řešení Life Cycle Solutions společnosti KHS a zvýšte efektivitu vašich strojů – pro dlouhodobý úspěch v podnikání!

www.khs.com/lifecycle

Competence in Solutions.



LITERATURA / REFERENCES

1. Kos, M.: Výzkum fyto-sanitárních opatření v monokultuře jarního ječmene. Rostl. Výr. **23**, 1977, 405–411.
2. Kos, M.: Zhodnocení vlivu předplodin jako výnosové funkce dusíku. Rostl. Výr. **17**, 1971, 59–64.
3. Procházka, F.: Změny některých agrochemických vlastností černozemě vlivem různé koncentrace obilnin. Rostl. Výr. **32**, 1986, 23–33.
4. Hrubý, J., Dovrtěl, J., Procházková, B.: Effect of different agronomy practices on yield of continuous spring barley. In: Scientific studies **14**, Troubsko, 1996, 65–71.
5. Hrubý, J., Procházková, B., Dovrtěl, J., Janeček, M.: Effect of different agrotechnical and phytosanitary measures on spring barley yields in long-term monoculture. Agriculture (Poľnohospodárstvo) **54**, 2008, 111–118.
6. Procházková, B. et al.: Organické hnojení při hospodaření bez živočišné výroby. Praha ÚZPI, 2001, 14, 29 s.
7. Hrubý, J., Badalíková, B., Procházková, B., Dostál, O.: Vliv agro-technických a fyto-sanitárních zásahů na obsah N-látek v zrně ječmene jarního pěstovaného v monokultuře. In: Proteiny 2004, Brno, 2004, 2–5.
8. Hrubý, J., Badalíková, B., Procházková, M., Janeček, M.: Vliv fyto-sanitárních a agro-technických zásahů na výnosy a obsah N-látek v zrně ječmene jarního pěstovaného v monokultuře. Výživa zvířat 2006 – Proteiny, Brno, 2006, 80–83, ISBN 80-7157-954-8.
9. Prokeš, J.: Technologický význam dusíkatých látek v ječmeni a sladu. Kvasný Prum. **46**, 2000, 277–279.
10. Psota, V., Kosář, K.: Ukazatel sladovnické jakosti. Kvasný Prum. **6**, 2002, 142–148.
11. Wang, J. M., Chen, J. X., Dai, F., Wu, F. B., Yang, J. M., Zhang, G. P.: Protein fractions in barley grains as affected by some agronomic factors and their relationships to malt quality. Cereal Research Comm. **35**, 2007, 129–140.
12. Palmer, G. H.: Cereal Science and Technology. Aberdeen University Press, Aberdeen, 1989. 463 s.
13. Swanston, J. S., Ellis, R. P.: Genetics and breeding of malt quality attributes. In: Slafer G. A., Molina-Cano J. L., Savin R., Araus J. L., Romagosa I. (eds.), Barley Science: Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy of Yield and Quality. Binghamton, NY: Food Products Press, 2002, 85–114.
14. Šimič, G., Sudar, R., Lalič, A., Jurkovič, Z., Horvat, D., Babič, D.: Relationship between hordein proteins and malt quality in barley cultivars grown in Croatia. Cereal Research Comm. **35**, 2007, 1487–1496.
15. Procházková, B., Hrubý, J., Dovrtěl, J., Dostál, O.: Effects of different organic amendment on winter wheat yields under long-term continuous cropping. Plant and soil Environ. **49**, 2003, 433–438.
16. Psota, V., Ehrenbergerová, J.: Ječmen. In: Prugar J. et al. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, VÚPS, Praha, 2008, 112–128. ISBN 978-80-86576-28-2.
17. Hůla, J., Procházková, B. et al.: Vliv minimalizačních a půdo-ochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku. ÚVTIZ, Praha, 2002 (3), 103 s. ISBN 80-7271-106-7.
18. Prugar, J. et al.: Kvalita rostlinných produktů, SZN, Praha, 1977, 302 s.
19. Hrubý, J.: Vliv intenzity zpracování půdy na technologickou jakost odrůd jarního ječmene. Rostl. Výr. **34**, 1986, 1177–1185.
20. Onderka, M.: Proslad II, Prostějov, 1997, 45.
21. Vymětal, M.: Možnosti pěstování jarního ječmene v dlouhodobé monokultuře. Acta Univ. Agric., Fac. Agron. **30**, 1982 (3), 111–115.
22. Kopecký, M.: Vliv dlouhodobé monokultury na tvorbu výnosu a jakost jarního ječmene, Acta Univ. Agric. Fac. Agron. **36**, 1988 (2–4), 43–45.
23. Jurečka, D.: Popisy odrůd. In: Ječmenářská ročenka 2005, VÚPS, Praha, 2004, 55. ISBN 80-86576-11-6.
24. Procházková, B., Málek, J., Dovrtěl, J.: Effect of different straw management practices on yields of continuous spring barley. Rostl. Výr. **48**, 2002, 27–32.

Recenzovaný článek
Do redakce došlo 15. 4. 2009