

Vplyv stresových faktorov na produkciu a kvalitu zrna jačmeňa siateho jarného

Effect of stress factors on production and grain quality of spring barley

Eva Candráková

The field multi-factorial experiment with spring barley (variety Kangoo) was realized in Dolná Malanta, in years 2015–2017. The experimental area is situated in a warm, very dry, lowland climatic region. Two methods of the soil cultivation were compared within the experiment: K – conventional (ploughing to a depth of 0.24 m) and M – minimized soil cultivation (ploughing by disc tools to a depth of 0.12 m), as well as treatments of fertilization: H – un-fertilized control, H2 – rational fertilization by industrial fertilizers, H3 – balanced fertilization by industrial fertilizers and ploughing of the preceding crop plant residues (grain maize). The effect of the above-mentioned factors on yield and quality of barley grain was investigated, in this experiment. The doses of industrial fertilizers were determined on the basis of available nutrients content in soil to a depth of 0.60 m and for the planned grain yield of 5 t.ha⁻¹ and corresponding quantities of straw was used the normative dose. There were applied phosphorus and potassium in the form of superphosphate and potassium salt, in autumn. Nitrogen was applied in the form of ammonium nitrate with lime (LAN) at growth stage the beginning of tillering, in spring. The highest yield of barley grain (4.57 t.ha⁻¹) was reached in 2016, when the temperatures and precipitation, especially in the spring months, were relatively favorable for barley. The lowest grain yield was in 2017 (3.68 t.ha⁻¹). It was caused by a lack of precipitation in May (37.6% of normal) and in June (49.4% of normal). After minimal soil preparation, the grain yield was significantly higher by 0.51 t.ha⁻¹ than yield of treatment, where the conventional soil cultivation method was used. The application of fertilizers (H2 – 4.37 t.ha⁻¹), as well as industrial fertilizers in combination with crop residues (H3 – 4.23 t.ha⁻¹) influenced the barley grain yields high-significantly, compared to the unfertilized treatment (3.91 t.ha⁻¹). The weather conditions of the experimental year also high-significantly affected the protein and extract content. The high protein content (12.45%) and the low extract content (59.66%) in 2015 resulted in not suitable spring barley grain quality for the malt production. There was the beneficial protein content (9.70%), but the extract content was nearly below the requirement for malting barley (79.12%), in 2017. Only the extract content was significantly affected by treatments of fertilization. Soil cultivation methods had no significant effect on grain quality.

spring barley, growth stages, fertilization, soil cultivation, yield, quality

Jačmeň siaty (*Hordeum sativum* L.) pestovaný na Slovensku, stále zostáva druhou významnou hustosiatou obilninou za pšenicou. Pestovateľské plochy jačmeňa stagnujú až klesajú. Dokazuje to štatistika, z ktorej vyplýva, že osevná plocha na Slovensku v roku 2015 (140,7 tis. ha) klesla v roku 2016 na 115,4 tis. ha a v roku 2017 bola 121 tis. ha. Priemerné úrody sa zvyšujú. V roku 2015 bola úroda 4,78 t.ha⁻¹, v roku 2016 sme dosiahli úrodu zrna 5,08 t.ha⁻¹ a v roku 2017 klesla na 4,53 t.ha⁻¹ (15).

O zrno jačmeňa má záujem sladovnícky priemysel, preto by sa pestovateľské plochy mohli zvýšiť. Riziko kolísania úrod jačmeňa, v závislosti od priebehu klimatických podmienok (v roku 2012 bola úroda 3,18 t.ha⁻¹), sa stáva brzdou vo zvyšovaní osevných plôch.

Pri pestovaní plodín sú dôležitými faktormi teplota a úhrn zrážok. Nameraná vypovedacia hodnota narastá ich porovnávaním so štandardnými hodnotami alebo normálmi. Aktuálne platný klimatologický normál je z obdobia rokov 1961 – 1990 (1. január 1961 – 31. december 1990) a bude sa používať až do roku 2020. Klimatologické normály sú vypočítavané pre každú lokalitu s meteorologickou stanicou (5).

Meniace sa podmienky pestovania veľmi ovplyvňujú úrodu a kvalitu zrna jačmeňa siateho jarného. Pestovateľ sa musí prispôbovať a reagovať tak, aby ich dopad na výsledky produkcie bol čo najmiernejší.

Cieľom príspevku je poukázať na faktory, ktoré najviac ovplyvnili produkciu a kvalitu zrna jačmeňa siateho jarného v hodnotenom prostredí v rokoch 2015 – 2017.

Materiál a metodika

Poľný polyfaktorový pokus bol založený na Výskumno-experimentálnej báze Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre, v lokalite Dolná Malanta, ktorá sa nachádza východne od mesta Nitra v nadmorskej výške 170 m n.m. Územie spadá do teplého, veľmi suchého, nížinného klimatického regiónu. Zemina z orníc je prachovito-hlinitá s objemovou hmotnosťou 1 500 – 1 680 kg.m⁻³ (20).

V poľnom pokuse sme v rokoch 2015 – 2017 pestovali jačmeň siaty jarný, odrodu Kangoo (2009), ktorá je stredne skorá, vyššieho typu (0,75 m), s dobrou odolnosťou proti poliehaniu. Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. Veľkosť pokusnej plochy variantu bola 20 m² (10 × 2 m) v troch opakovaníach.

V práci sme skúmali dva spôsoby obrábania pôdy:

- K – konvenčné obrábanie pôdy (orba do hĺbky 0,20 – 0,25 m);
- M – minimálne obrábanie pôdy (tanierovanie do hĺbky 0,10 – 0,12 m).

V rámci obrábania pôdy boli náhodne usporiadané tri varianty hnojenia s cieľom eliminovať heterogenitu pôdy:

- H1 – kontrola bez hnojenia,
- H2 – racionálne hnojenie priemyselnými hnojivami, LAV, superfosfát a KCl,
- H3 – racionálne hnojenie priemyselnými hnojivami so zapravením rastlinných zvyškov predplodiny (kukurica siata na zrno).

Dávky priemyselných hnojív boli určené na základe analyticky zisteného obsahu prístupných živín v pôde, v hĺbke 0,60 m, na plánovanú úrodu zrna 5 t.ha⁻¹ a príslušného množstva slamy podľa normatívu: 24 kg N, 5 kg P, 20 kg K, 5,7 kg Ca, 1,2 kg Mg, 4 kg S (6). Fosforečné a drasel-

né hnojivá boli doplnené a zaorané do pôdy na jeseň vo forme superfosfátu a draselnej soli v dávkach 20 kg.ha⁻¹ P a 25 kg.ha⁻¹ K na varianty H2 a H3. Dusíkaté hnojenie sa uskutočnilo na jar pri predsejbovej príprave pôdy vo forme hnojiva LAV v dávkach 30 kg.ha⁻¹ N na variant H2 a 20 kg.ha⁻¹ N na variant H3.

Termín sejby: 21. 3. 2015; 15. 3. 2016; 16. 3. 2017

Termín zberu: 28. 7. 2015; 29. 7. 2016; 17. 7. 2017

Proti burinám bol použitý prípravok Lintur Premium v dávke 160 g.ha⁻¹ a fungicídny prípravok Arthea 0,5 l.ha⁻¹.

Výsledky pokusu boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu, Tukey testom v programe Statgraphics Plus.

Výsledky a diskusia

Plodiny pestované v poľných podmienkach sú vystavené pôsobeniu klimatických a poveternostných podmienok. Zo všetkých abiotických faktorov, ktoré obmedzujú rast a produktivitu porastu, je na prvom mieste nedostatok vody spôsobujúci vodný stres (7).

Súčasný trend klimatických zmien signalizuje pokles atmosférických zrážok a relatívnej vlhkosti vzduchu v lete. Súčasne sa zvyšujú priemerné teploty vzduchu a narastajú evapotranspiračné požiadavky na vodu. Obdobie nedostatku vody sa predlžuje, takže rastliny často trpia vodným deficitom (9).

Celá geografická oblasť pestovania jačmeňa je určená predovšetkým teplotou. Jačmeň jarný, pre svoje krátke vegetačné obdobie (95 – 120 dní), sa môže pestovať na severe až po 70° s. š. a tiež vystupuje do hôr. Južná hranica pestovania jačmeňa na niektorých miestach siaha skoro k rovníku (19).

Plodiny pestované v miernom klimatickom pásme sú prispôsobené k dennému cyklu striedania dennej a noč-

nej teploty s teplotným gradientom, t. j. dennou teplotnou amplitúdou 5 °C až 10 °C. Tento adaptačný proces je geneticky fixovaný (9).

V hodnotenom období rokov 2015 – 2017 neboli v jarných mesiacoch výrazné teplotné rozdiely. Všetky hodnotené roky sa vyznačovali studeným májom. Rozdiely medzi ročníkmi boli zistené v množstve vlahy. V roku 2015 vlhký marec vystriedal suchý apríl, vlhký máj a veľmi suchý jún. V roku 2016 boli vlhové podmienky v mesiaci marec na úrovni normálu, ale mesiac apríl bol suchý, máj veľmi vlhký a jún znovu veľmi suchý. V roku 2017 boli vlhové podmienky v jarných mesiacoch najhoršie. Mesiac marec a apríl boli charakterizované ako suché, máj a jún veľmi suché (obr. 1).

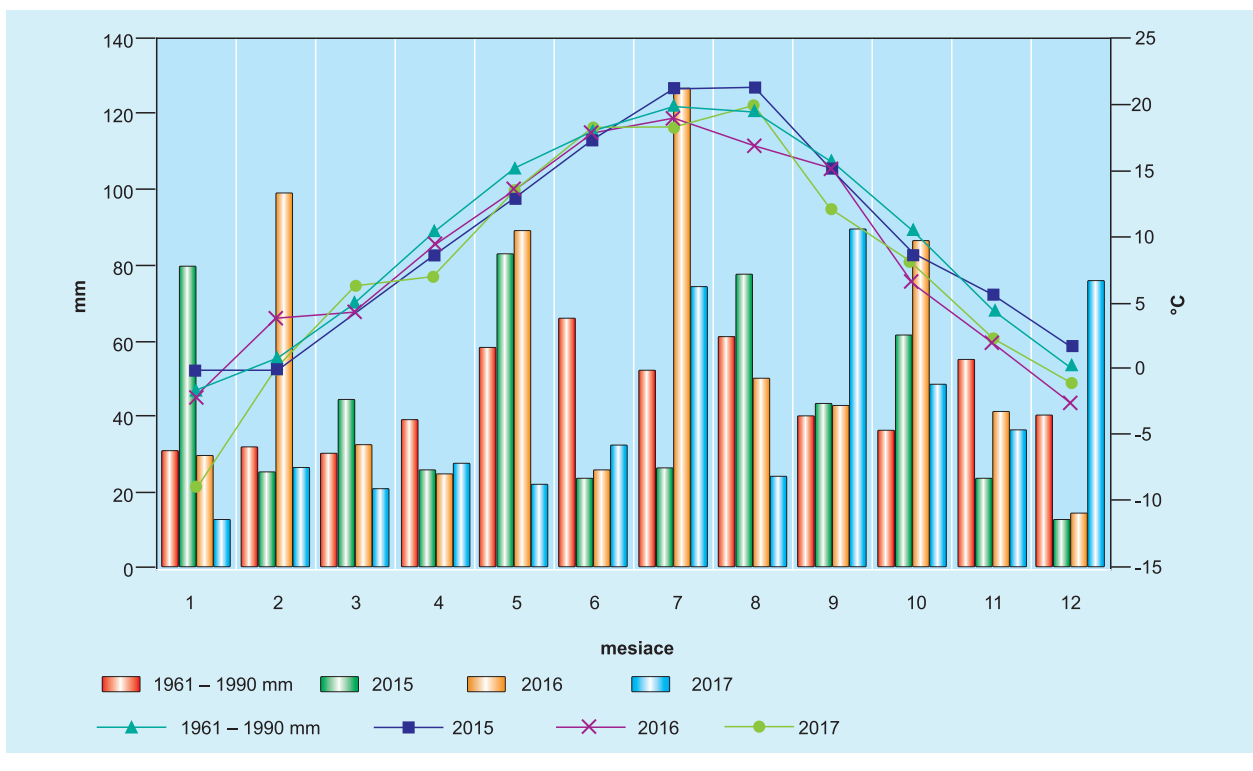
Jačmeň siaty jarný skorým a pomerne rýchlym rastom vie veľmi dobre využiť zimné a predjarné zásoby vody v pôde (1). Preto úhrn zrážok v mesiaci marec a apríl môže byť nižší (40 – 50 mm), zaisťujúci primeranú momentálnu vlhkosť pôdy tak, aby všetky rastové fázy prebiehali v optimálnych vlhkosťových podmienkach. Závislosť medzi množstvom vodných zrážok a vlhkosťou pôdy potvrdil kolektív autorov (4), meraním vlhkosti pôdy vo svojich pokusoch s pestovaním plodín vo vyváženom oševnom postupe, v ktorom bol zaradený aj jačmeň siaty jarný.

Podľa autorov (11), jačmeň vyžaduje dostatok vlahy pri klasení, kvitnutí a tvorbe zrna, ktoré pripadajú najmä na mesiac máj a čiastočne aj mesiac jún. V mesiaci máj prekročili zrážky normálne hodnoty o 53,4 %, čo stačilo aj na suchý jún, v ktorom boli zrážky na úrovni iba 39,4 %.

Vysoko preukazne najvyššia úroda zrna jačmeňa siateho jarného (4,57 t.ha⁻¹) bola dosiahnutá v roku 2016, kedy boli teplotné a vlhové podmienky, najmä v jarných mesiacoch

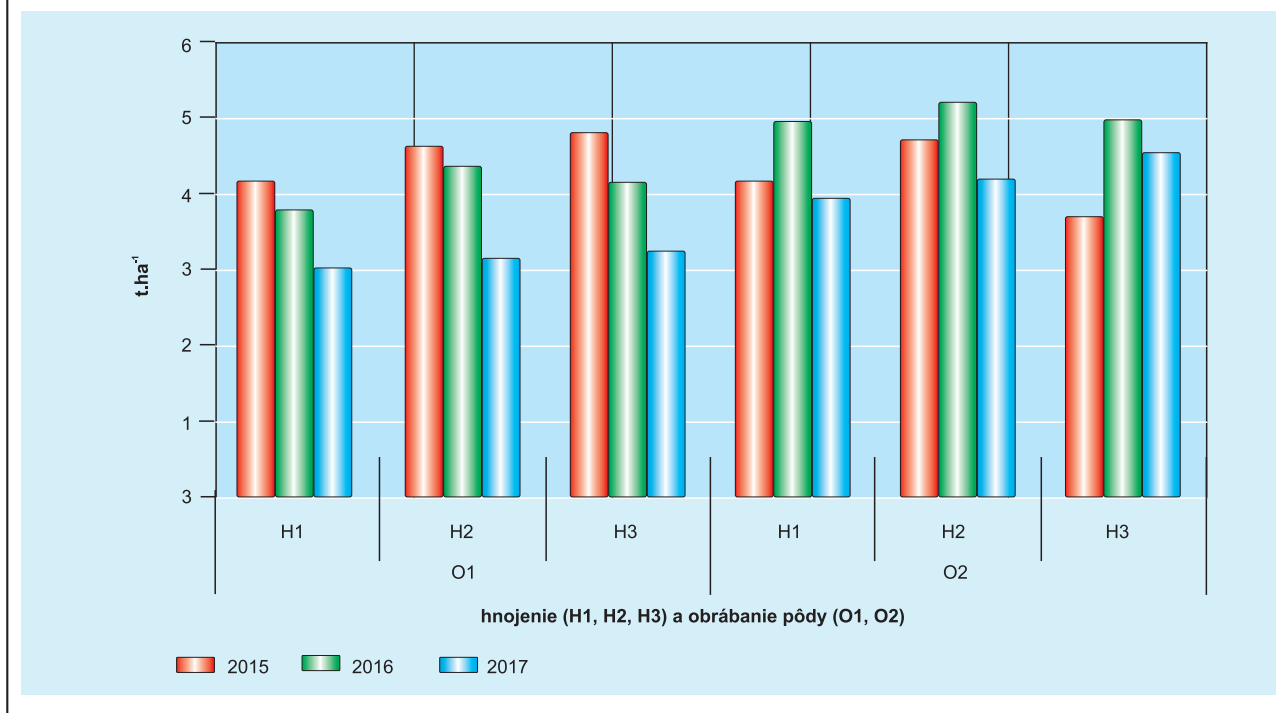
Obrázok 1: Klimatická charakteristika rokov 2015 – 2017 porovnaná s normálom 1961 – 1990

Figure 1: The climate characteristics of years 2015–2017 in comparison with long-term normal 1961–1990



Obrázok 2: Úroda zrna jačmeňa siateho jarného v závislosti od spôsobov obrábania pôdy a variantov hnojenia v rokoch 2015 – 2017

Figure 2: Spring barley yield of grain in relation to soil cultivation and fertilization in 2015–2017



och, pre jačmeň pomerne priaznivé. Najnižšia úroda zrna bola v roku 2017. Nedostatok vlhky v mesiaci máj (37,6 % z normálu) a v mesiaci jún (49,4 % z normálu) spôsobil, že úroda zrna bola iba 3,68 t·ha⁻¹ (obr. 2).

Úroda môže byť ovplyvnená indukovaným suchom v rastovej fáze klasenia v rozmedzí 5 – 30 %, pričom na eliminácii uvedeného negatívneho účinku má výrazný podiel zvolená odroda, rastová fáza a trvanie expozície vodného stresu (18)

Zo spôsobov obrábania pôdy sa prejavil ako vhodnejší minimalizačný postup bez použitia orby. Oproti konvenčnému spôsobu (3,92 t·ha⁻¹) bola úroda zrna preukazne vyššia o 0,51 t·ha⁻¹. Porovnateľné, až mierne vyššie úrody jačmeňa siateho jarného medzi minimalizačnou prípravou pôdy a konvenčnou, zistili aj výskumníci v podmienkach Kanady, zároveň s lepšími hodnotami vlhkosti pôdy (14).

Aplikovanie priemyselných hnojív (H2 – 4,37 t·ha⁻¹), ako aj priemyselné hnojivá v kombinácii s pozberovými zvyškami predplodiny (H3 – 4,23 t·ha⁻¹), sa vysoko preukazne prejavilo na úrode zrna jačmeňa v porovnaní s nehnojivým variantom (3,91 t·ha⁻¹). V podmienkach Slovenska dosiahli vysoko preukazne vyššiu výkonnosť jačmeňa siateho jarného v low-input systéme s použitím orby, ale pri vyššej úrovni hnojenia dusíkom (22).

Z úrodotočných prvkov bola hodnotená HTZ. Obrábanie pôdy a hnojenie vplývali na hodnoty HTZ nepreukazne. Vysokopreukazne pôsobili podmienky ročníka (tab. 1). Najvyššie hodnoty HTZ boli zistené v roku 2017 (50,79 g), pri najnižšej úrode zrna. Vysvetlenie spočíva v riedkom poraste, kde nízky počet rastlín a zŕn v klase bol kompenzovaný vyššou HTZ. Tieto hodnoty HTZ ovplyvnili aj objemovú hmotnosť a podiel zrna I. triedy. Z kvalitatívnych ukazovateľov, sa v roku 2017, dosiahli priaznivé hodnoty

v obsahu bielkovín v zrne (9,70 %), ako aj v obsahu extraktu (79,12 %).

Dusíkaté látky (NL) prítomné v zrne tvoria 8 % až 15 %. Ich obsah v zrne sa vyžaduje pre sladovnícky jačmeň do 11 %, pretože vyšší obsah spôsobuje bielkovinové zákaly piva. Nemali by klesnúť pod 9 %. Obsah škrobu má byť nad 60 % a obsah extraktu min. 80 % (21).

Kvalita zrna jačmeňa bola nevyhovujúca pre sladovnícke využitie najmä v roku 2015. Obsah bielkovín v zrne bol až 12,45 % a obsah extraktu bol veľmi nízky (59,66 %). Na hranici normovaných požiadaviek bola kvalita zrna v roku 2016 s obsahom bielkovín 11,0 %, ale obsah extraktu (68,4 %) nedosiahol požiadavky normy (nad 80 %). Extrémne a nevyrovnané vlhové a teplotné podmienky nevyhovovali z hľadiska kvality zrna ani v jednom z hodnotených ročníkov. Ako uvádza (10), obsah dusíkatých látok výrazne ovplyvňujú agroekologické podmienky pestovania, čo sa prejavilo aj v našich výsledkoch. Pozitívny vplyv aplikácie NPK hnojív na úrodu zrna jačmeňa a zároveň zvýšenie obsahu bielkovín v zrne zistil aj (12) a (16).

Rozhodujúci vplyv podmienok ročníka na obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa a extraktu bol potvrdený vo výsledkoch, ktoré získala (2). Zároveň poukázala na priaznivý vplyv aplikácie dusíkatých hnojív na úrodu zrna, ale taktiež aj na zvyšovanie obsahu dusíkatých látok v zrne jačmeňa, najmä v kombinácii s nepriaznivými poveternosťnými vplyvmi. Tieto zistenia boli potvrdené aj v roku 2012, kde v dôsledku sucha obsahovalo zrna jačmeňa 12,68 % bielkovín (3).

Spôsoby obrábania pôdy sa na ukazovateľoch kvality zrna štatisticky preukazne neprejavili, okrem podielu zrna I. triedy, ktorý bol vysoko preukazne najvyšší po konvenčnej príprave pôdy (88,32 %). Z variantov hnojenia priaznivo ovplyvnila kvalitu zrna aplikácia priemyselných

Tabuľka 1: Úroda zrna jačmeňa siateho jarného, technologické a kvalitatívne ukazovatele v závislosti od skúmaných faktorov
Table 1: Spring barley yield of grain, technological and qualitative parameters in relation to monitored factors

Faktor (1)	Úroda (t.ha ⁻¹) (2)	HTZ (g) (3)	OH (g.l ⁻¹) (4)	Podiel zrna 1. triedy (%) (5)	Bielkoviny (%) (6)	Extrakt (%) (7)	
Rok (8)	2015	4,27b	48,21a	587,33a	80,34a	12,45c	59,66a
	2016	4,57c	48,15a	633,33b	84,26b	11,00b	68,40b
	2017	3,68a	50,79b	660,33c	97,49c	9,70a	79,12c
Obrábanie (9)	K	3,92a	49,16a	625,44a	88,32b	11,02a	69,35a
	M	4,42b	49,16a	628,56a	86,41a	11,08a	68,77a
Hnojenie (10)	H1	3,91a	49,50a	626,17a	87,82b	11,08a	69,34ab
	H2	4,37b	49,13a	626,66a	88,44b	10,88a	70,16b
	H3	4,23b	48,51a	628,17a	85,84a	11,18a	67,68a

Rozdielne písmená znamenajú preukaznosť faktorov na hladine $P 0,05$ a $P 0,01$

(1) factor, (2) yield, (3) thousand kernel weight, (4) volume weight, (5) 1st class grain portion, (6) protein, (7) extract, (8) year, (9) cultivation, (10) fertilization
 Different letters indicate significance of factors at $P 0.05$ and $P 0.01$

Tabuľka 2: Preukaznosť faktorov na hladine $P 0,05$ a $P 0,01$
Table 2: Significance of the factors at level $P 0.05$ and $P 0.01$

Faktor (1)	Preukaznosť (2)	Úroda (3)	HTZ (4)	OH (5)	Podiel zrna I. triedy (6)	Bielkoviny (7)	Extrakt (8)
Variant hnojenia (9)	$P 0,05$	0,1481	1,2513	9,6118	1,3183	0,3540	1,8544
	$P 0,01$	0,1880	1,5888	12,2039	1,6738	0,4495	2,3546
Obrábanie (10)	$P 0,05$	0,1004	0,8483	6,5158	0,8937	0,2400	1,2571
	$P 0,01$	0,1343	1,1351	8,7190	1,1959	0,3211	1,6822

(1) factor, (2) significance, (3) yield, (4) thousand kernel weight, (5) volume weight, (6) 1st class grain portion, (7) protein, (8) extract, (9) treatment of fertilization, (10) cultivation

Tabuľka 3: Korelačné vzťahy medzi technologickými a kvalitatívnymi ukazovateľmi
Table 3: Correlation between technological and qualitative parameters

Faktor (1)	Bielkoviny (2)	OH (3)	Podiel zrna I. triedy (4)	Extrakt (5)
HTZ (6)	-0,41**	0,57**	0,60**	0,68**
Bielkoviny	-	-0,81**	-0,84**	-0,91**
OH	-	-	0,79**	0,90**
Podiel zrna I. triedy	-	-	-	0,90**

$P 0,05 = 0,27^*$; $P 0,01 = 0,35^{**}$

(1) factor, (2) protein, (3) volume weight, (4) 1st class grain portion, (5) extract, (6) thousand kernel weight

hnojív (H2), najmä množstvo extraktu (70,16 %). Preukaznosť faktorov na hladine $P 0,05$ a $P 0,01$ je uvedený v tabuľke 2.

Najväčším spracovateľom jačmeňa v SR je Heineken Slovensko Sladovne a.s., ktorých kľúčové parametre sladovnickeho jačmeňa sú: vlhkosť max. 14 %, obsah bielkovín 9,5 – 11,5 %, podiel zrna nad sitom 2,5 mm min. 90 %, klíčivosť min. 95 %, odrodová čistota min. 95 %. Odroda Kangoo patrí medzi nakupované odrody.

Korelačnou analýzou boli zistené vysoko preukazné závislosti medzi všetkými hodnotenými ukazovateľmi. Negatívna korelačná závislosť bola medzi HTZ a obsahom bielkovín v zrne ($r = -0,47^{**}$). HTZ bola v kladnej korelačnej závislosti k objemovej hmotnosti zrna, podiele zrna I. triedy, ako aj k obsahu extraktu. Podobne boli kladné vysoké závislosti medzi objemovou hmotnosťou zrna a podielom zrna I. triedy a obsahom extraktu, ako aj medzi podielom zrna I. triedy a množstvom extraktu. Pozitívny vzťah extraktu k HTZ ako aj negatívny vzťah k obsahu bielkovín zaznamenali aj autori (17) v podmienkach Srbska.

Vo vysokej negatívnej korelačnej závislosti bol obsah bielkovín v zrne jačmeňa k objemovej hmotnosti zrna ($r = -0,81^{**}$), podiele zrna I. triedy ($r = -0,84^{**}$) a množstvom extraktu ($r = -0,91^{**}$). Výsledky sú uvedené v tabuľke 3. Negatívne preukaznú korelačnú závislosť, medzi

obsahom dusíkatých látok a extraktom ($r = -0,55^{**}$), zistili aj ďalší autori (8).

V dôsledku globálnych klimatických zmien je do budúcnosti nevyhnutné posilniť adaptačnú kapacitu odrôd jačmeňa šľachtiteľskými programami alebo prostredníctvom nových technológií na udržanie produkcie jačmeňa, ako to odporúčajú autori (10, 13). V súčasnosti pestované odrody jačmeňa rozdielne reagujú na vlhové podmienky a stresy zo sucha v čase nalievania zrna, čo sa prejavuje na úrode a kvalite zrna. Preto je potrebné zamerať šľachtenie jačmeňa pre konkrétne podmienky pestovania.

Záver

Jačmeň siaty jarný citlivo reaguje na podmienky pestovania. Rozhodujúcimi faktormi pri tvorbe úrody zrna je dostatok vlhky a optimálne hodnoty teploty v priebehu vegetačného obdobia, najmä v období vzhádzania, klasenia a nalievania zrna. Rozdielne vlhové podmienky v období rokov 2015 až 2017 výrazne ovplyvnili úrodu a kvalitu zrna jačmeňa siateho jarného. Preukazne najvyššia úroda zrna (4,57 t.ha⁻¹) bola v roku 2016, v ktorom mal jačmeň v období kvitnutia a zakladania zrna dostatok vlhky. V roku 2017 bol počas vegetačného obdobia výrazný deficit vlhky a úroda zrna bola najnižšia (3,68 t.ha⁻¹). Pre využitie

v sladovníckom priemysle, zrno jačmeňa získané z pokusov v rokoch 2015 – 2017 nevyhovovalo pre vysoký obsah bielkovín v roku 2015 a nízky obsah extraktu pod 80 % bol vo všetkých pokusných rokoch. V roku 2017 bol obsah bielkovín v norme (9,70 %), ale extrakt (79,12 %) nedosiahol požadované hodnoty, aj keď bol zo všetkých ročníkov najvyšší. Hnojenie priemyselnými hnojivami štatisticky významne pozitívne ovplyvnilo len úrodu zrna jačmeňa (zvýšenie úrody o 11,8 %). Nepreukazuje sa zvýšil podiel zrna I. triedy a obsah extraktu. Napriek tomu bol obsah extraktu nízky (70,16 %). Po minimalizačnom spôsobe prípravy pôdy sa dosiahla preukazne vyššia úroda zrna (4,42 t.ha⁻¹) v porovnaní s konvenčným spôsobom obrábania pôdy (3,92 t.ha⁻¹) t. j. o 13 %. Konvenčná príprava pôdy spôsobila však preukazné zvýšenie podielu zrna I. triedy (o 2,2 %) v porovnaní s minimalizačným spôsobom prípravy pôdy. Na ostatných ukazovateľoch kvality jačmenného zrna sa spôsoby obrábania pôdy štatisticky neprejavili.

Literatúra

- (1) BORISONIK, E. B. 1974. Jarovoj jačmeň. Moskva : Izd. Kolos, 1974, 247 p.
- (2) CANDRÁKOVÁ, E. 2011. Reakcia jačmeňa siateho jarného na aplikáciu dusíkatých hnojív počas vegetácie. In *Agrochémia*, roč. XV. (51), 2011, č. 1, s. 3 – 8. ISSN 1335-2415.
- (3) CANDRÁKOVÁ, E. – HANÁČKOVÁ, E. 2015. The response of spring barley on selected experimental factors. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 61, 2015 no. 3, p.13. ISSN 0551-3677.
- (4) CANDRÁKOVÁ, E. – HANÁČKOVÁ, E. – ŽEMBERY, J. – ILLÉŠ, L. – ONDRIŠÍK, P. – URMINSKÁ, J. 2015. Pestovanie poľných plodín vo vyváženom osevnom postupe. Vedecká monografia, Nitra : SPU, 2015, 145 s. ISBN 978-8-552-1352-1.
- (5) DANILOVIČ, M. – HLA VATÁ, H. – ŠOLTYSOVÁ, B. 2017. Criteria for Abnormality Evaluation of Selected Weather Parameters in the Slovak Republic. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 63, 2017, no. 2, pp. 86–91.
- (6) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU a Duslo, a.s. : Šála, 2000, 442 s. ISBN 80-7137-777-5.
- (7) GLOSER, J. – PRÁŠIL, I. 1998. Fyziologie stresu. In Procházka et al. *Fyziologie rostlin*. Praha : Academia, 1998, s. 412– 430). ISBN 80-200-0586-2.
- (8) HANÁČKOVÁ, E. – CANDRÁKOVÁ, E. 2013. Možnosti uplatnenia pestovateľských systémov jačmeňa siateho jarného v udržateľnom poľnohospodárstve. 1. vyd., Vedecká monografia, Nitra : SPU, 2013, 119 s. ISBN 978-80-552-1133-6.
- (9) KOSTREJ, A. a i. 1998. Ekofyziológia produkčného procesu porastu a plodín. Nitra : SPU, 1998, 187 s. ISBN 80-7137-528-4.
- (10) KRIŽANOVÁ, K et al. 2010. Grain yield and malting quality of new spring barley genotypes. In *Agriculture*, vol. 56, 2010, no. 3, pp. 90–94.
- (11) LÍŠKA, E. –FRANČÁKOVÁ, H. – KULÍK, D. 1994. Vplyv poveternostných podmienok na kvalitu zrna jarného jačmeňa. In *Poľnohospodárstvo*, roč. 40, 1994, č. 9, s. 642–650.
- (12) LOŽEK, O. 2000. Efektívnosť hnojenia vybraných poľnohospodárskych plodín priemyselnými hnojivami. In *Agrochémia*, roč. 4 (40), 2000, č. 3, s. 4 – 6. ISSN 1335-2415.
- (13) MAHALINGAM, R. 2017. Phenotypic, physiological and malt quality analyses of US barley varieties subjected to short periods of heat and drought stress. In *Journal of Cereal Science*, vol. 76, 2017, pp 199–205.
- (14) MALHI, S.S. – MCANDREW, D.W. – CARTER, M.R. 1992. Effect of tillage and N fertilization of a Solonchic soil on barley production and some soil properties. In *Soil and Tillage Research*, vol. 22, 1992, no. 1–2, pp. 95–107.
- (15) MASÁR, I. 2017. Obilniny. Situačná a výhľadová správa k 31. 12. 2016. Bratislava : NPPC-VÚEPP, 2017.
- (16) PECHOVÁ, B. 2000. Možnosti ovplyvňovania kvality jarného jačmeňa výživou. In *Agrochémia*, roč. 4 (40), 2000, č. 2, s. 7 – 10. ISSN 1335-2415.
- (17) PRŽULJ, N. – MOMCILOVIC, V. – CRNOBARAC, J. 2013. Path coefficient analysis of quality of two-row spring barley. In *Genetika*, vol. 45, 2013, no. 1, pp. 21–30.
- (18) SLAFER, G. A. – MOLINA-CANO, J. L. – SAVIN, R. et al. 2002. *Barley Science. Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy of Yield and Quality*. New York : Food products press, 2002, 565 p. ISBN 1-56022-910-1.
- (19) ŠPALDON, E. a i. 1982. *Rastlinná výroba*. Bratislava : Príroda, 1982, 628 s. 5132-SÚKK 375/I-82.
- (20) TOBIÁŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2009. Kvantifikácia pôdných vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. 1. vyd., Nitra : SPU, s. 114. ISBN 978-80-552-0196-2.
- (21) ZIMOLKA, J. a i. 2006. *Ječmen – formy a úžitkové smery v České republice*. Praha, 2006, 199 s.
- (22) ŽÁK, Š. – HRČKOVÁ, K. 2015. Vyhodnotenie bilancie živín a výkonnosti v integrovanom a lowinput systéme. In *Agrochémia*, roč. XIX (55), 2015, č. 4, s. 19 – 26. ISSN 1335-2415.

doc. Ing. Eva Candráková, PhD.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Katedra rastlinnej výroby
Tr. Andreja Hlinku, 949 76 Nitra
tel. 037/6508 224
e-mail: Eva.Candrakova@uniag.sk

Podakovanie
Práca vznikla za finančnej podpory projektu VEGA:
1/0530/18 2018 – 2020. Výskum produkcie a kvality
významných druhov poľných plodín v klimaticky meniacich sa
podmienkach.



ilustračné foto