

Vplyv podmienok pestovania na úrodu a kvalitu zrna pšenice letnej formy ozimnej

Influence of growing conditions on yield and grain quality of winter wheat

Eva Candráková

Field multifactorial experiment with winter wheat was carried out on the experimental basis of Dolná Malanta in 2018 and 2019. Three methods of soil cultivation were investigated: K – conventional (ploughing to a depth of 0.24 m), R – reduced (ploughing to a depth of 0.15 m), M – minimal (disc tools to a depth of 0.12 m) and also three fertilization variants: H1 – control without fertilization, H2 – fertilization with industrial fertilizers, H3 – fertilization with industrial fertilizers and incorporation of preceding crop plant residues. Grain yield of wheat was high significantly influenced by the conditions of the year. We achieved a grain yield of 5.52 t.ha⁻¹ in 2019 but only 3,68 t.ha⁻¹ in 2018. Fertilization variants impacted the grain yield significantly. The highest yield was in variant H3 (4.87 t.ha⁻¹). The yield in variant H2 was higher by 0.55 t.ha⁻¹ than in the control variant with a yield of 4.19 t.ha⁻¹. After shallow soil cultivation with disc tools, we achieved significantly higher grain yield (5.02 t.ha⁻¹) in variant M than in variant R (4.42 t.ha⁻¹) and variant K (4.35 t.ha⁻¹). 1). With a lower grain yield, we found out a higher content of all evaluated substances in 2018. As the amount of Nitrogen substances in the grain increased (13.93%), the gluten content also increased (29.69%). Within the soil cultivation methods, the highest content of Nitrogen substances and gluten content was achieved on variants K and R, where ploughing was used. Fertilization variants H3 and H2 had a significant effect on the content of N-substances and the content of gluten.

winter wheat, yield, quality, conditions wheather

Najvýznamnejšou skupinou poľných plodín na Slovensku sú obilniny. Celková plocha obilnín v roku 2019 bola 769,1 tis ha a úroda 5,34 t.ha⁻¹. Najviac zastúpenou obilninou je pšenica letná (*Triticum aestivum*, L.), ktorej podiel tvoril 52,9 %. V roku 2018 sa pšenica zberala z plochy 403,4 tis ha s úrodou 4,78 t.ha⁻¹. V roku 2019 sa zberová plocha zvýšila na 406,8 tis. ha a úroda bola 4,77 t.ha⁻¹ (12). Význam pšenice je všeobecne známy. Vo výžive obyvateľstva, spolu s ražou, pokrýva zhruba 20 až 40 percent kalorickej a bielkovinovej potreby a 11 percent tukovej potreby. Pekárenské výrobky zo zrna pšenice sú súčasťou každodennej potreby ľudí. Okrem dobrej úrody zrna sa preto kladie veľký dôraz na kvalitu dopestovaného zrna. Tú ovplyvňujú podmienky, v akých pšenice rastie. Okrem intenzifikačných vstupov, ktoré vie človek ovplyvniť, dôležitú úlohu zohrávajú najmä poveternostné podmienky počas vegetačného obdobia pšenice. Človek ich priamo ovplyvniť nevie, ale ich negatívny vplyv môže zmierniť predvídanosťou a schopnosťou sa im čo najlepšie prispôbiť

Cieľom pokusu bolo zistiť tvorbu úrody a kvality zrna pšenice letnej formy ozimnej v závislosti od poveternostných podmienok, spôsobov obrábania pôdy a hnojenia v rokoch pestovania 2017/2018 a 2018/2019.

Materiál a metódy

Prezentované výsledky pochádzajú z poľného polyfaktorového pokusu realizovaného na Výskumno-experimentálnej báze, Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre, na lokalite Dolná Malanta, ktorá sa nachádza východne od mesta Nitra, v nadmorskej výške 170 m (E 18° 09', N 48° 19'). Územie spadá do teplého, veľmi suchého, nížinného klimatického regiónu. Zeminy z orníc sú prachovito-hlinité s objemovou hmotnosťou 1 500 – 1 680 kg.m⁻³ (15). Súčasťou pokusu bola pšenica letná forma ozimná, odroda Ponticus, vysiatá po predplodine ďateline lúčnej. Pokus bol založený metódou dlhých pásov s kolmo delenými blokmi. Veľkosť pokusnej plochy variantu bola 20 m² (10 × 2) s tromi opakovaniami. Hodnotíme dosiahnuté výsledky za obdobie rokov 2018 a 2019. Faktormi pokusu sú spôsob obrábania pôdy a varianty hnojenia s použitím priemyselných hnojív samostatne aj v kombinácii s pozberovými zvyškami predplodiny.

Spôsoby obrábania pôdy:

- K – konvenčné (orba do hĺbky 0,24 m),
- R – redukované (orba do hĺbky 0,15 m),
- M – minimálne (tanierovanie do hĺbky 0,12 m).

Pri každom spôsobe obrábania pôdy boli tri varianty hnojenia náhodne usporiadané s cieľom eliminovať heterogenitu pôdy:

- H1 – kontrola bez hnojenia,
- H2 – aplikácia priemyselných hnojív na jeseň (P vo forme superfosfátu a K vo forme 40 % draselnej soli).
- H3 – aplikácia priemyselných hnojív na jeseň (P vo forme superfosfátu a K vo forme 40 % draselnej soli) plus zapravenie rastlinných zvyškov predplodiny.

Na regeneračné a produkčné hnojenie porastov bol použitý dusík vo forme liadku amónneho s vápencom.

Termín sejby: 17. 10. 2017; 10. 10. 2018.

Vysievali sme 4,5 mil. klíč. semien na ha do hĺbky 0,04 m s medziriadkovou vzdialenosťou 0.125 m. Odroda Ponticus je stredne skorá, odolná proti suchu. Je vhodná pre pestovanie najmä v kukuričnej výrobní oblasti. Má vysokú odolnosť voči poliehaníu a vymrznutiu.

Zber sa uskutočnil maloparcelovým kombajnom: 11. 7. 2018 a 8. 7. 2019.

Dávky priemyselných hnojív boli určené na základe analyticky zisteného obsahu prístupných živín v pôde a doplnené na plánovanú úrodu zrna 6 t.ha⁻¹. Použitý bol normatív odberu živín jednou tonou zrna a príslušného množstva slamy pšenice podľa autorov (3): N 25 kg, P 5,7 kg, K 21 kg.

Obsah prístupného fosforu podľa Mehlicha III bol vyhovujúci až dobrý, obsah draslíka dobrý až vysoký a obsah horčíka dobrý až veľmi vysoký. Dusík bol použitý na regeneračné a produkčné hnojenie. Pôdna reakcia je slabo kyslá až neutrálna.

V zrne pšenice bol stanovený obsah látok na prístroji AgriCheck. Získané výsledky boli vyhodnotené štatistickým softwarom Statgraphics Plus. Pre vyhodnotenie

významnosti jednotlivých faktorov na sledované parametre bola použitá viacfaktorová analýza rozptylu (ANOVA). Rozdiely medzi variantmi boli posúdené LSD testom s minimálnou hladinou významnosti α 0.05 a α 0.01.

Výsledky a diskusia

Úspešné pestovanie poľných plodín je vo veľkej miere ovplyvňované priebehom poveternostných podmienok. V ostatných rokoch dochádza k teplotným a vlhkovým výkyvom počas vegetačného obdobia, čo sa potvrdilo aj v našom pokuse. Pšenicu letnú formu ozimnú sme v obidvoch hodnotených rokoch siali na začiatku mesiaca október a zber sa v obidvoch rokoch uskutočnil v prvých dňoch mesiaca júl. Preto do vykazovania množstva zrážok a priemernej teploty sú zahrnuté mesiace október až jún.

V pestovateľskom roku 2017/2018, počas vegetačného obdobia (od termínu sejby po zber), mali porasty pšenice k dispozícii 381 mm zrážok, čo bolo oproti normálu (387 mm) menej iba o 6,0 mm. V roku 2018/2019 bola situácia priaznivejšia. Počas vegetačného obdobia sa zvýšilo množstvo zrážok na 456,4 mm, čo je oproti normálu viac o 69,4 mm (17,9 %). Mimoriadne bohatý na zrážky bol mesiac máj, kedy spadlo až 134,8 mm, čím sa vyrovnal deficit za mesiace február, marec a apríl. Priemerné teploty za vegetačné obdobie, v obidvoch rokoch, sú porovnateľné, ale vznikli rozdiely medzi mesiacmi. Ide najmä o vysokú teplotu v mesiaci apríl (13,2 °C) v roku 2018, ktorá bola oproti normálu (10,4 °C) vyššia o 2,8 °C a v mesiaci máj dosiahla teplota priemernú hodnotu 15,9 °C, čo je zvýšenie o 0,8 °C oproti normálu (15,1 °C). Naopak, v roku 2019 bol zaznamenaný pokles teploty v mesiaci apríl na 9,4 °C (menej oproti normálu o 1 °C) a v mesiaci máj bola priemerná teplota iba 9,3 °C, čo je oproti normálu zníženie až o 5,8 °C. Teploty a zrážky z obdobia rokov 2017 až 2019, ako aj dlhodobý normál za roky 1961 – 1990 sú uvedené v tabuľke 1.

Ako uvádza (7), obilniny majú vysokú schopnosť efektívne využívať vonkajšie faktory prostredia pre tvorbu úrody v dôsledku autoregulačnej schopnosti danej odnožováním. Oziminy odnožujú hlavne na jar v období od polovice marca do konca apríla a vrcholía v poslednej dekáde apríla a v prvej dekáde mája.

Výsledkom pôsobenia poveternostných vplyvov na porasty pšenice letnej formy ozimnej sú rozdiely v úrode a kvalite zrna pšenice. Vysokopreukazný rozdiel v úrode

zrna pšenice bol zaznamenaný v roku 2019 (5,52 t.ha⁻¹). V porovnaní s rokom 2018 (3,68 t.ha⁻¹) bola úroda zrna vyššia o 33,34 %. Podľa zdroja (11), v rokoch 2004 až 2006, mali na úrodu zrna pšenice najväčší vplyv podmienky ročníka (42,1 %), podiel hnojenia bol 32,9 % a spôsoby obrábania pôdy tvorili iba 3,3 %. Autori (6), po vyhodnotení viacročných výsledkov zistili, že po kompletom a dostatočnom hnojení vykazovali úrody pšenice preukazne menšiu závislosť od poveternostných podmienok.

Zo spôsobov obrábania pôdy sa prejavila minimálna práca pôdy ako vhodnejšia v porovnaní s použitím pluhu v konvenčnom a redukovanom spôsobe prípravy pôdy. Úroda zrna 5,02 t.ha⁻¹ bola vysokopreukazná v porovnaní s konvenčnou prípravou pôdy (4,35 t.ha⁻¹) a redukovaným spôsobom obrábania pôdy (4,42 t.ha⁻¹). Vo svojich pokusoch autori (1) potvrdili, že v klimaticky nevyrovnaných podmienkach reagovali plodiny, ako aj pšenice, lepšie v minimalizačných a pôdoochranných technológiách, čo pripisujú lepšiemu hospodáreniu pôdy s vlhokou. V suchých podmienkach Austrálie zistili (2), že pri obrábaní pôdy bez orby sa v pôde absorbuje viac vody ako po použití pluhu, ale úrody zrna boli o 8 % vyššie na variantoch po orbe pluhom. Po aplikácii dusíka sa rozdiely v úrode medzi variantmi zmenšili. Využitie dusíkatých hnojív po orbe je vyššie asi o 30 % (8). Nižšiu úrodu zrna po konvenčnom spôsobe orby, v porovnaní s neoraným spôsobom, potvrdili v podmienkach Švajčiarska. Dostupnosť dusíka, v závislosti od spôsobu obrábania pôdy, nebola rozhodujúca (14). Po 6-tich rokoch obrábania pôdy bez orby, v porovnaní s orbou, sa v porastoch pšenice letnej formy ozimnej zvýšila rýchlosť fotosyntézy, plocha listov, využitie dusíka a vody z pôdy (5).

Variety hnojenia v našom pokuse pôsobili na úrodu zrna preukazne. Najvyššia úroda bola zaznamenaná po aplikovaní priemyselných hnojív a pozberových zvyškov predplodiny (4,87 t.ha⁻¹) a vo variante H2 (4,74 t.ha⁻¹), v ktorom boli použité iba priemyselné hnojivá (tabuľka 2). Autori (16) poukazujú na fakt, že efektívnosť hnojenia závisí od priebehu klimatických podmienok, ktoré sa dajú iba ťažko predpovedať. Preto na vývoj počasie môžeme vhodne reagovať delenými dávkami dusíka. Ako uvádzajú (9), priaznivé ekonomické výsledky sa dosiahnu pri správne zvolenej odrode a pestovateľskej technológii. Prioritou je správna kombinácia s priebehom počasie, ktoré ovplyvňuje efektívnosť použitých vstupov. Na základe získaných výsledkov sa potvrdilo, že správnou cestou je

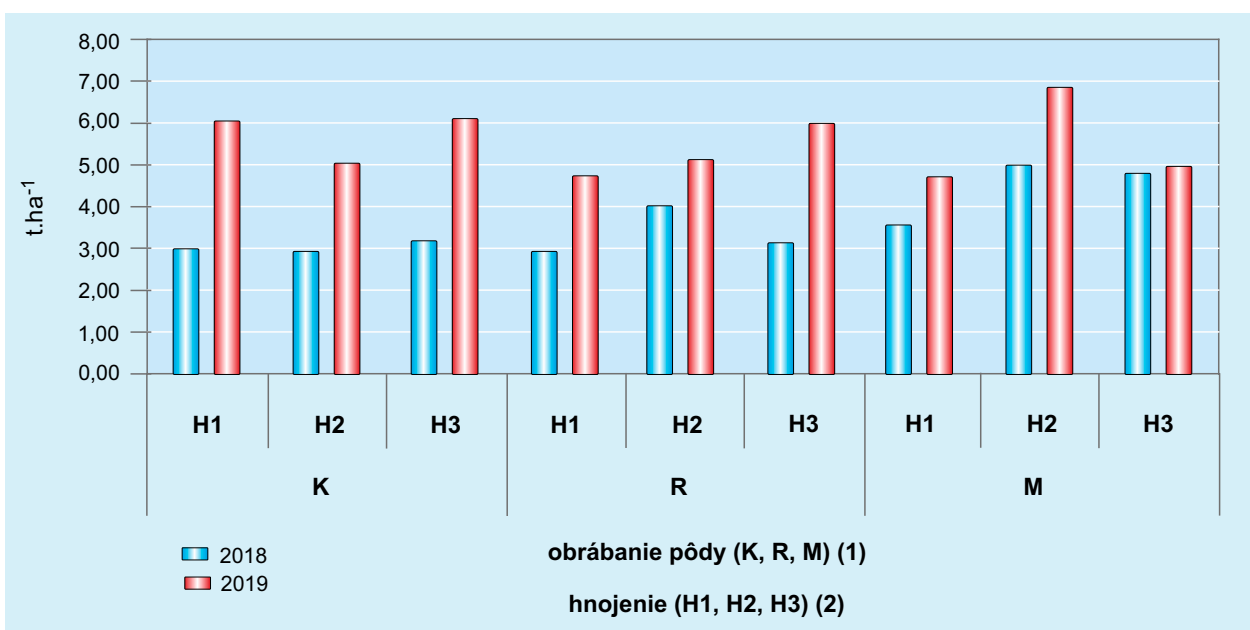
Tabuľka 1: Teploty a zrážky v rokoch 2017/2018 – 2018/2019 v porovnaní s dlhoročným normálom

Table 1: Temperatures and precipitation in year 2017/2018 a 2018/2019 compared to de long-term normal

| Rok/mesiac (1) | Zrážky (mm) (2) | | | | | | | | | | | | Úhrn (4) |
|----------------|------------------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|-------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | |
| 1961 – 1990 | 31,0 | 32,0 | 30,0 | 39,0 | 58,0 | 66,0 | 52,0 | 61,0 | 40,0 | 36,0 | 55,0 | 40,0 | 540,0 |
| 2017 | 12,8 | 26,4 | 20,6 | 27,2 | 21,8 | 32,6 | 74,0 | 24,0 | 89,4 | 48,2 | 36,2 | 75,8 | 489,0 |
| 2018 | 30,6 | 27,8 | 38,1 | 12,2 | 14,6 | 97,5 | 12,9 | 3,0 | 57,2 | 14,4 | 23,8 | 57,6 | 389,7 |
| 2019 | 54,8 | 27,4 | 22,4 | 21,4 | 134,8 | 29,0 | 52,2 | 64,0 | 52,8 | 17,8 | 95,4 | 53,4 | 625,4 |
| | Teplota (°C) (3) | | | | | | | | | | | | Priemer (5) |
| 1961 – 1990 | -1,7 | 0,7 | 5,0 | 10,4 | 15,1 | 18,0 | 19,8 | 19,3 | 15,6 | 10,4 | 4,5 | 0,1 | 9,8 |
| 2017 | -9,1 | 0,1 | 6,2 | 7,0 | 13,4 | 18,3 | 18,3 | 19,9 | 12,0 | 8,1 | 2,2 | -1,1 | 7,9 |
| 2018 | -0,2 | -3,2 | 0,9 | 13,2 | 15,9 | 17,8 | 18,3 | 19,0 | 13,8 | 9,7 | 3,9 | -1,6 | 9,0 |
| 2019 | -3,5 | 0,9 | 5,0 | 9,4 | 9,3 | 18,7 | 18,0 | 18,4 | 12,6 | 8,7 | 5,0 | -0,1 | 8,5 |

(1) year/month; (2) rainfall; (3) temperature, (4) total, (5) average

Obrázok 1: Úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej v rokoch 2018 a 2019
Figure 1: Winter wheat yield of grain in 2018 and 2019



(1) soil tillage (K – control; R – reduced; M – minimal), (2) fertilization (H1 – control; H2 – mineral fertilizers; mineral fertilizers + postharves residues)

prispôsobivosť pestovateľských opatrení pôdnym a poveternostným podmienkam ročníka.

Rozdielne teplotné a vlhové podmienky v jednotlivých rokoch pestovania pšenice sa prejavili aj na kvalite zrna. Autori (13) poukazujú na to, že teplé a suché počasie podporuje tvorbu bielkovín v zrne. To sa potvrdilo aj v našich výsledkoch, keď vyššia teplota a nedostatok vody v roku 2018 spôsobili pokles úrody zrna, ale preukazne sa zvýšil obsah všetkých hodnotených parametrov kvality zrna pšenice. Na obrázku 2 je viditeľná závislosť medzi úrodou a obsahom N-látok v zrne pšenice. V roku 2018, pri nízkej úrode zrna (3,68 t·ha⁻¹), bol obsah dusíkatých látok vyš-

ší o 2,83 % ako v roku 2019 (11,10 %) pri úrode zrna 5,52 t·ha⁻¹. V požiadavkách potravinárskej pšenice je uvedený obsah dusíkatých látok pre triedu B v množstve 10,5 % a pre triedu E sa vyžaduje obsah 13,0 %. Aj pri znížených hodnotách, v roku 2019, odroda Ponticus splnila požiadavky na potravinárske využitie. Množstvo mokrého lepku (24,78 %) v roku 2019 spĺňa požiadavky pre triedu B (23,0 %) a v roku 2018 pre triedu A (26,0 %) aj pre triedu E (28,0 %).

So zvýšením úrody zrna v roku 2019 poklesol obsah N-látok a obsah lepku, ako aj hodnoty sedimentačného testu a čísla poklesu.

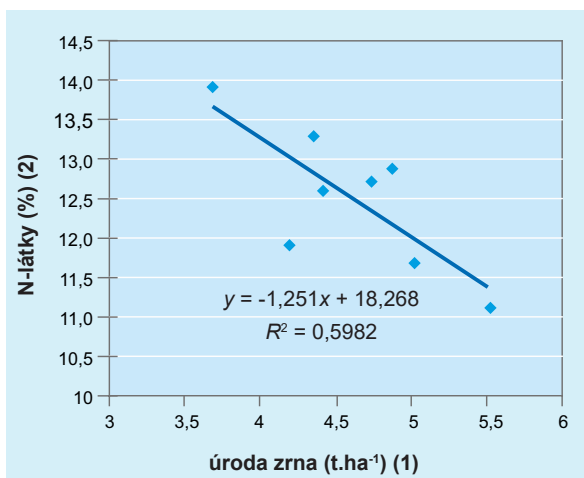
Tabuľka 2: Úroda a kvalitatívne ukazovatele zrna pšenice letnej formy ozimnej v rokoch 2018 a 2019
Table 2: Yield and quality of grain winter wheat in year 2018 and 2019

| Faktor (1) | Úroda zrna (t·ha ⁻¹) (11) | N- látky (%) (12) | Lepok (%) (13) | Sedimentačný index (ml) (14) | Číslo poklesu (s) (15) | |
|--------------------|---------------------------------------|-------------------|----------------|------------------------------|------------------------|---------|
| Rok (2) | 2018 | 3,68a | 13,93b | 29,69b | 62,69b | 288,04b |
| | 2019 | 5,52b | 11,10a | 24,78a | 31,86a | 266,29a |
| Hd (α = 0,05) | 0,3029 | 0,2253 | 0,5619 | 2,0834 | 9,6875 | |
| Hd (α = 0,01) | 0,4087 | 0,3039 | 0,7580 | 2,8105 | 13,0683 | |
| Obrábanie pôdy (3) | K (4) | 4,35a | 13,27c | 29,64c | 48,86b | 274,19a |
| | R (5) | 4,42a | 12,60b | 26,54b | 46,73ab | 276,56a |
| | M (6) | 5,02b | 11,68a | 25,53a | 46,24a | 280,75a |
| Hd (α = 0,05) | 0,3710 | 0,2759 | 0,6882 | 2,5517 | 11,8647 | |
| Hd (α = 0,01) | 0,5005 | 0,3722 | 0,9284 | 3,4421 | 16,0053 | |
| Hnojenie (7) | H1 (8) | 4,19a | 11,92a | 25,29a | 47,92a | 273,42a |
| | H2 (9) | 4,74b | 12,73b | 27,59b | 46,20a | 273,93a |
| | H3 (10) | 4,87b | 12,89b | 28,83c | 47,70a | 284,15a |
| Hd (α = 0,05) | 0,3710 | 0,2759 | 0,6882 | 2,5517 | 11,8647 | |
| Hd (α = 0,01) | 0,5005 | 0,3722 | 0,9284 | 3,4421 | 16,0053 | |

(1) factor, (2) year, (3) soil tillage, (4) conventional, (5) reduced, (6) minimal, (7) fertilization, (8) control, (9) mineral fertilizers, (10) mineral fertilizers + postharves residues, (11) grain yield, (12) crude protein, (13) gluten, (14) sedimentation index, (15) falling number

Obrázok 2: Závislosť medzi úrodou zrna a obsahom dusíkatých látok

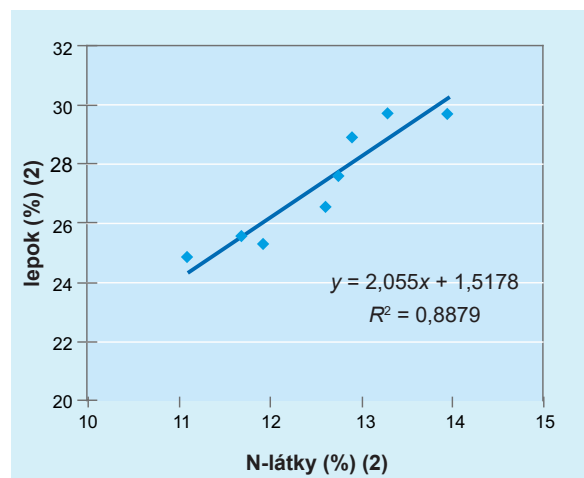
Figure 2: Relationship between the grain yield and crude protein



(1) grain yield, (2) crude protein

Obrázok 3: Závislosť medzi obsahom dusíkatých látok a obsahom lepku

Figure 3: Relationship between the crude protein and gluten content



(1) crude protein, (2) gluten

Priama závislosť bola zistená medzi obsahom dusíkatých látok a množstvom lepku (obrázok 3). Tieto závislosti boli zistené aj v predchádzajúcich rokoch pokusu 2012 až 2014, ktoré publikovali vo svojej práci (4).

Aplikácia priemyselných hnojív vo variante H2, ako aj v kombinácii s pozberovými zvyškami predplodiny vo variante H3 významne podporila zvýšenie obsahu dusíkatých látok a lepku oproti kontrole, ale štatisticky preukazne neovplyvnila sedimentačný index a číslo poklesu. Priaznivý vplyv na zvýšenie obsahu bielkovín a lepku v zrne pšenice zistili vo svojich pokusoch aj výskumníci (10).

Sedimentačný index je zo všetkých sledovaných znakov kvality najviac podmienený genotypom, s nízkym podielom vplyvu prostredia. Preto základnou podmienkou pre splnenie kritérií daného parametra je správny výber odrody. Požiadavky na jeho hodnotu sú podľa STN 46 1100-2 v rozpätí od 22 ml (trieda B) po 40 ml (trieda E). Odroda Ponticus tieto hodnoty vysoko prekročila, čo ju predurčuje na potravinárske využitie.

Číslo poklesu charakterizuje aktivitu alfa-amylázy, hydrolytického enzýmu štiepiaceho škrob, ktorý sa aktivuje na začiatku klíčenia zrna. Enzymatická aktivita zrna je ovplyvnená priebehom počasia v dobe dozrievania a zberu. Teplota a zrážky v tomto období determinujú parametre potravinárskej kvality v interakciách s mnohými ďalšími faktormi, ako je napríklad odroda, výživa, zdravotný stav, štruktúra porastu, poľahnutie a iné. Číslo poklesu je menej závislé na genotype, ale je viacej ovplyvnené priebehom poveternostných podmienok. V našom pokuse bolo číslo poklesu preukazne ovplyvnené podmienkami ročníka.

V roku 2018 dosiahlo hodnotu 288,04 s a v roku 2019 o 21,75 s menej (tabuľka 2).

Záver

Výsledky z pestovania pšenice letnej formy ozimnej pochádzajú z rokov 2018 a 2019, ktoré sa vyznačovali rozdielnymi poveternostnými podmienkami v priebehu vegetačného

obdobia. Odroda Ponticus na ne reagovala výškou úrody a kvalitou zrna. Priaznivejšie teplotné a vlhové podmienky v roku 2019 spôsobili, že úroda zrna bola o 1,64 t.ha⁻¹ vyššia ako v roku 2018 (3,68 t.ha⁻¹). Porovnaním spôsobov prípravy pôdy s použitím orby a tanierového náradia sme zistili, že pšenici vyhovuje aj plytšie obrábanie pôdy bez orby. Na pôde pripravenej tanierovým náradím sme dosiahli významne vyššiu úrodu zrna (5,02 t.ha⁻¹) ako na variante s plytkou orbou (4,42 t.ha⁻¹) a variante s hĺbkou orbou do 0,24 m (4,35 t.ha⁻¹). Aplikovanie priemyselných hnojív a priemyselných hnojív spolu so zapravením pozberových zvyškov predplodiny pôsobilo na úrodu zrna preukazne. V porovnaní s nehnojeným variantom (4,19 t.ha⁻¹) bola úroda na variante aj s pozberovými zvyškami vyššia o 0,68 t.ha⁻¹. Varianty hnojenia priaznivo vplývali aj na obsah N-látok a mokrého lepku v zrne pšenice, ktoré boli vyššie ako na nehnojenom variante. Preukazný obsah N-látok (13,27 %) a obsah lepku (29,64 %) bol dosiahnutý po konvenčnej príprave pôdy v porovnaní s minimalizačnou. Podmienky ročníka ovplyvnili obsah N-látok, lepku, sedimentačný index a číslo poklesu vysokopreukazne. Vyššie hodnoty všetkých parametrov boli dosiahnuté pri nižšej úrode zrna v roku 2018 v porovnaní s rokom 2019. Z výsledkov vyplýva, že plnému využitiu produkčného potenciálu plodiny bránia nepriaznivé poveternostné podmienky, hlavne z dôvodu nerovnomerného rozdelenia zrážok počas vegetačného obdobia plodiny. Na to je potrebné využívať šetrné poľnohospodárske postupy orientované na šetrenie vlahy v pôde a priramanú výživu porastov.

Literatúra

- (1) BUŠO, R. – HRČKOVÁ, K. 2011. Úroda vybraných plodín pri rôznych technológiách obrábania pôdy v klimaticky nesúrodých ročníkoch. In Pestovateľské technológie a ich význam pre prax. Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, Piešťany, 2011, s. 43–47. ISBN 978-80-89417-31-5.
- (2) DREW, J. LYON – WALTER W. STROUP – RANDALL E. BROWN. ET AL. 1998. Crop production and soil water sto-

- rage in long-term winter wheat–fallow tillage. In *Soil and Tillage Research*, vol. 49, 1998, no. 1–2, pp. 19–27. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(98\)00151-2](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(98)00151-2)
- (3) FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra : SPU, 2000, 442 s. ISBN 80-7137-777-5.
- (4) HANÁČKOVÁ, E. – CANDRÁKOVÁ, E. 2016. Vplyv rozdielnych technológií pestovania pšenice letnej f. ozimnej na úrodu a vybrané ukazovatele kvality zrna. In *Agrochémia*, roč. XX (56), s. 8–15. ISSN 1335-2415.
- (5) HABBIB, H. – HIREL, B. – SPICHER, F. – DUBOIS, F. – TÉTU, T. 2020. Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.), No-Till Improves Photosynthetic Nitrogen and Water-Use Efficiency. In *Journal of Crop Science and Biotechnology*, vol. 23, 2020, pp. 39–46.
- (6) JAMRIŠKA, P. – HAŠANA, R. 2005. Vplyv poveternostných podmienok na účinok hnojenia a fungicídov pri tvorbe úrody zrna ozimnej pšenice. In *Agrochémia*, roč. IX. (45), 2005, č. 1, s. 13–16. ISSN 1335-2415.
- (7) KOSTREJ, A. a i. 1998. Ekofyziológia produkčného procesu porastu a plodín. Nitra : SPU, 1998, 187 s. ISBN 80-7137-528-4.
- (8) KOVÁČ, K. – NOZDROVICKÝ, L. – MACÁK, M. a i. 2010. Minimálnizačné a pôdochranné technológie. Nitra : Agroinštitút, 2010, 142 s. ISBN 972-80-7139-139-5.
- (9) KRÉN, J. – MÍŠA, P. – SMUTNÝ, V. 2011. Výsledky medzinárodného porovnávania pěstebných technológií ozimé pšenice. In *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax. Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie*, Piešťany, 2011, s. 27–32. ISBN 978-80-89417-31-5.
- (10) LOŽEK, O. – HANÁČKOVÁ, E. 2016. Výživa pšenice letnej formy ozimnej. Nitra : SPU, 2016, 101 s. ISBN 978-80-552-1565-5.
- (11) LOŽEK, O. – SLAMKA, P. 2013. Efektívnosť dusíka, síry a horčíka pri pestovaní ozimnej pšenice. In *Agrochémia*, roč. XVII. (53), 2013, č. 3, s. 3–7. ISSN 1335-2415.
- (12) MASÁR, I. 2020. Obilniny. Situačná a výhľadová správa k 31. 12. 2019. roč. XXVII, 2020, č. 1. ISSN 1338-483X.
- (13) PRUGAR, J. – BARANYK P. – BÁRTA, J. 2008. Kvalita rastlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Kvalita jako odrůdový znak. Praha : VÚPS a.s. v spolupráci s Komisí jakosti rostlinných výrobků, ČSZV, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-29.
- (14) RIEGER, S. – RICHNER, W. – STREIT, B. – FROSSARD, E. – LIEDGENS, M. 2008. Growth, yield, and yield components of winter wheat and the effects of tillage intensity, preceding crops, and N fertilisation. In *European Journal of Agronomy*, vol. 28, 2008, no. 3, pp. 405–411.
- (15) TOBIÁŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2009. Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou. 1. vyd., Nitra : SPU, 2009, p. 114. ISBN 978-80-552-0196-2.
- (16) UŽÍK, M. – ŽOFAJOVÁ, A. 2008. vplyv klimatických podmienok a hnojenia na kvalitu zrna pšenice letnej f. ozimnej (*Triticum aestivum* L.). In *Agrochémia*, roč. XII. (48), 2008, č. 2, s. 14–20. ISSN 1335-2415.

doc. Ing. Eva Candráková, PhD.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Katedra rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov
Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: Eva.Candrakova@uniag.sk

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



ilustračné foto