

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

**FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

1126396

**VPLYV NIEKTORÝCH ČLÁNKOV AGROTECHNIKY
NA ÚRODU A ODČERPANÉ ŽIVINY PRI PŠENICI
TVRDEJ**

2010

Andrea Polívková

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSK UNIVERZITA
V NITRE**

**FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

**VPLYV NIEKTORÝCH ČLÁNKOV AGROTECHNIKY
NA ÚRODU A ODČERPANÉ ŽIVINY PRI PŠENICI
TVRDEJ**

Bakalárska práca

Študijný program:	Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka
Študijný odbor: číslo	6. 1. 1 Všeobecné poľnohospodárstvo
Školiace pracovisko:	Katedra rastlinnej výroby
Školiteľ:	Ing. Milan Poláček, PhD.

Nitra, 2010

Andrea Polívková

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaná Andrea Polívková vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Vplyv niektorých článkov agrotechniky na úrodu a odčerpané živiny u pšenici tvrdej“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 6. marca 2010

.....

POĎAKOVANIE

Chcela by som sa týmto spôsobom poďakovať vedúcemu bakalárskej práce
Ing. Milanovi Poláčkovi, PhD., za odbornú pomoc pri vypracovaní bakalárskej práce.
V neposlednom rade patrí vďaka aj mojej rodine, za ich morálnu podporu.

Abstrakt

Obilniny tvoria hlavnú energetickú zložku ľudskej výživy. Obilniny sú kľúčovou skupinou v rastlinnej výrobe. Najrozšírenejšou obilninou je pšenica. Na Slovensku patrí pšenica tvrdá medzi tradičné obilniny, má tu aj priaznivé pôdno-klimatické podmienky najmä v teplých oblastiach kukuričnej výrobnnej oblasti. Pšenica tvrdá je druhým najrozšírenejším druhom po pšenici letnej z rodu *Triticum*.

V bakalárskej práci hodnotíme vplyv niektorých článkov agrotechniky na úrodu a odčerpanie živín pri pšenici tvrdej. Cieľom práce bolo sledovanie vplyvu rôznych spôsobov obrábania, úrovni hnojenia na úrodu a odčerpanie živín – vápnika u zrna pšenice tvrdej. Sledovali sme dve formy pšenice ozimnej pri odrodách Istrodur a Martondur v pestovateľskom roku 2007 na experimentálnej báze Dolná Malanta – FAPZ – SPU v Nitre.

Z výsledkov bakalárskej práce vyplýva, že odroda Istrodur dosiahla vplyvom obrábania v pestovateľskom roku 2007 priemernú úrodu $4,39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a odroda Martondur $5,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, čo predstavuje zvýšenie o $0,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (+14,4%). Odroda Istrodur dosiahla priemerné množstvo odčerpaného vápnika úrodou zrna pšenice tvrdej $1,35 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, odroda Martondur $1,58 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, čo predstavuje zvýšenie o $0,23 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (+ 12,44 %).

Kľúčové slová: pšenica tvrdá, varianty hnojenia, odrody Istrodur a Martondur, odčerpanie vápnika

Abstract

Cereals are the main energy component of human nutrition. Cereals are the key group for plant production, The most widespread cereal ist the wheat. Durum wheat is the traditional cereals in Slovakia. It has favorable soil and climatic conditions here, especially in warm climates of corn production areas. Durum wheat is the second most common type after the summer wheat of variety Triticum.

In this work we evaluate the impact of some parts of Agrotechnics to the crop and evacuation of nutrients in the durum wheat. The goal was to follow effects of different farmintg, fertilization levels on crop and evacuation nutrients – calcium in durum wheat grain. We detected two forms of winter wheat in Istrodur and Martondur varieties in the crop year 2007, on an experimental bassis Dolna Malanta – FAPZ – SPU Nitra.

The results of our work shows the variety Istrodur has reached by the influence of cultivation, in the growing year 2007, the average yield of $4,39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, and variety Martondur the average yield $5,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, which represents an increase of $0,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (+ 14 %).

The variety of Istrodur achieves an average harvest quantity drawn of calcium durum wheat grain $1,35 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, the variety of Martondur achieves $1,58 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, which represents an increase of $0,23 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (+12,44 %).

Keywords: Durum wheat, variations of fertilization, varieties Istrodur and Martondur, pumped of calcium

Obsah

ÚVOD	8
1. PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU RIEŠENEJ PROBLEMATIKY	10
1.1 PÔVOD A HOSPODÁRSKY VÝZNAM PŠENICE TVRDEJ.....	10
1.2 BOTANICKÁ A BIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA.....	11
1.3 CHEMICKÉ A NUTRIČNÉ ZLOŽENIE ZRNA.....	12
1.4 POVETERNOSTNÉ PODMIENKY.....	13
1.4.1 NÁROKY NA PÔDU.....	13
1.4.2 NÁROKY NA TEPLOTU.....	13
1.4.3 NÁROKY NA SVETLO.....	14
1.4.4 NÁROKY NA VODU.....	15
1.5 VÝŽIVA A HNOJENE PŠENICE.....	16
1.6 ZBER.....	19
1.7 CHEMICKÉ ZLOŽENIE ZRNA PŠENICE.....	20
1.8 VÝZNAM HYDROLYTICKÝCH ENZÝMOV V ZRNE PŠENICE.....	22
1.9 NUTRIČNÁ HODNOTA ZRNA PŠENICE.....	23
1.10 TECHNOLOGICKÁ KVALITA ZRNA PŠENICE.....	24
1.11 VLASTNOSTI A VÝZNAM SACHARIDOV V TVRDEJ PŠENICE.....	26
1.12 VÁPNIK.....	26
1.12.1 OBSAH A FORMY VÁPNIKA V PÔDE.....	26
1.12.2 VÁPNIK V RASTLINE.....	27
2. CIEĽ PRÁCE	29
3. METODIKA PRÁCE	30
3.1 CHARAKTERISTIKA POKUSNÉHO STANOVIŠŤA.....	32
3.2 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÝCH ODRÔD.....	32
4. VÝSLEDKY PRÁCE	33
4.1 ZHODNOTENIE VPLYVU HNOJENIA A OBRÁBANIA.....	33
4.2 ZHODNOTENIE VPLYVU HNOJENIA A OBRÁBANIA PÔDY NA OBSAH VÁPNIKA.....	34
5. ZÁVER A ODPORÚČANIE PRE PRAX	37
6. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	39
PRÍLOHY	42

Zoznam skratiek a značiek

HTZ	- hmotnosť tisícich zrn
NPK	- viacložkové hnojivo, obsahujúce dusík, fosfor, draslík
pH	- kyslosť pôdy
Fee	- Feekesova stupnica
N _{an}	- anorganický dusík

Úvod

Obilniny alebo cereálie sú kultúrne rastliny z čeľade lipnicovitých pestované predovšetkým pre zrno v miernom pásme všetkých svetadielov, v rôznych nadmorských výškach. Hlavné druhy: pšenica, jačmeň, kukurica, ryža, raž, ovos, cirok, menej rozšírené pohánka, mohár a i. Spracúvajú sa na múku, krúpy, vločky, slad, škrob, krmivá. Pestovaním obilnín sa zaoberá obilninárstvo.

Obilniny sa pestujú v prvom rade pre zrno na konzum, na výživu zvierat, na priemyslové spracovanie a na osivo. Obilniny v ľudskej výžive zabezpečujú dnes rozhodujúcu časť energetického príjmu z potravín a nemalý podiel i z celkového príjmu bielkovín. V rozvojových krajinách je denná energetická potreba krytá zo 60 – 80 % obilninami, vo vyspelých krajinách z 20 – 40 %. Tieto pomery sa zmenili i v našich trhových podmienkach, kedy pri vysokých cenách živočíšnych produktov stúpa spotreba obilnín, ktoré sú relatívne lacnejšie.

Obilniny majú výhodný pomer obsahu základných výživných látok – glycidov a bielkovín, sú zdrojom minerálnych látok a vitamínov skupiny B. Obilniny využívame na rýchlu prípravu pokrmov a to z celých alebo lúpaných zŕn, hlavne kaší (pšeničné krúpy, ovsené vločky, pohánka a podobne), hrubo a jemne mleté múky (na výrobu nekvasených placiek, osúchov, palacieniek, pečiva a chleba), na výrobu cestovín.

Na potravinárske a priemyselné účely využívame jačmeň (pri výrobe sladu a piva), v liehovarníckom priemysle na výrobu alkoholu (jačmeň, raž – whisky), alebo i na produkciu etanolu, vo farmaceutickom priemysle (raž, tritikale, kukurica, pohánka). Priemyselne sa z obilnín získava škrob, ktorý sa využíva v potravinárskom priemysle (pudinky, škrobové sirupy, marmelády, umelý med a podobne), v elektrotechnickom priemysle. Pri výrobe škrobových plastov (fólii), ktoré môžeme využiť i k nastielaniu pôdy (t.j. k potlačeniu výskytu burín a k obmedzeniu vyparovania vody), po zbere sa rozpadnú a zaorú. Slama obilnín sa využíva k priamemu skrmovaniu ako objemové krmivo, alebo pri výrobe granúl, brikiet a ako nasávací materiál pri spracovaní vedľajších produktov repy, rezkov a melasy.

Obilniny patria k základným a najdôležitejším potravinám ľudí. Sú vhodné pre každého, kto sa chce preorientovať na plnohodnotnú stravu. Tisícročia sa ľudia živili celozrnnými výrobkami a boli zdraví a výkonní. Žiadna iná skupina potravín nie je taká harmonická, ako celé obilné zrná. Sú schopné zabrániť civilizačným ochoreniam

podmieneným výživou, oslabiť ich alebo aj úplne vyliečiť. Každý komu leží na srdci jeho zdravie a zdravie jeho detí, by mal svoju výživu založiť na obilninách. Obnovené zdravie sa vám odmení novou radosťou zo života, zvýšenou obranyschopnosťou a stabilným nervovým systémom.

Pšenica tvrdá (*Triticum durum*) je vo všeobecnosti považovaná za surovinu pre výrobu cestovín, používa sa ale aj k výrobe ďalších výrobkov. Pšenica tvrdá sa od ostatných druhov pšenice líši predovšetkým v ukazovateľoch. Má vyššiu objemovú hmotnosť a hmotnosť tisícich zrn, zrná sú väčšie, majú oveľa tvrdší endosperm a vyšší obsah bielkovín. Cestoviny vytvorené zomletím múky od pšenice tvrdej majú vynikajúce varné vlastnosti, nie sú lepkavé a po uvarení si zachovávajú svoj tvar.

Pšenica patrí medzi najnáročnejšie obilniny z hľadiska agrotechnických podmienok. Súvisí to s jej pomerne málo vyvinutým koreňovým systémom a pomalším počiatočným rastom.

1. Prehľad súčasného stavu riešenej problematiky

1.1 Pôvod a hospodársky význam pšenice tvrdej

Za pravlast' pšenice považujeme územie prednej a malej Ázie. Začiatky jej pestovania súvisia so vznikom poľnohospodárstva v 10. – 8. tisícročí pred n. l. archeologické dôkazy z toho obdobia dokazujú pestovanie pšenice jednozrnnej (*Triticum monococcum*) a pšenice dvojzrnnej (*Triticum Dicoccum*). V šiestom tisícročí pred n. l. sa začala pestovať pšenica obyčajná (*Triticum aestivum*) a pšenica špaldová (*Triticum spelta*), ktorá je známa len z archeologických nálezov v Európe (Špaldon et al., 1982).

Pšenica letná (*Triticum aestivum*, L.) je najbežnejšie pestovaným druhom pšenice. Má ozminmé a jarné formy a asi 270 poddruhov s veľkým počtom geneticky odlišných kultivarov. Jej zrno je nahé, neokôrené a môže mať ostité aj bezostité formy. Používa sa na výrobu múky, krupice, škrobu a pod. Z hospodárskeho hľadiska má veľký význam okrem pšenice letnej aj pšenica tvrdá (*Triticum durum*, L.), ktorá má tuhé, väčšinou plné stebľá. Paklas je kratší ako pri pšenici letnej, plevice sú dlho ostité a zrno aj endosperm sú tvrdé. Používa sa na výrobu cestovín (Baranec et al., 1998).

Tvrdá pšenica (*Triticum durum*) je všeobecne považovaná predovšetkým za surovinu pre výrobu cestovín, používa sa, ale tiež k výrobe ďalších výrobkov, ako je napríklad bulgur, couscous (parené mleté zrná), pufované cereálie, raňajkové cereálie, dezerty či rôzne druhy špeciálnych chlebov. V stredozemných oblastiach, hlavne v Taliansku, sa tvrdá pšenica používa v receptúrach niekoľkých druhov chleba, na Strednom Východe a v severnej Afrike sa viac ako polovica všetkej spotrebovanej pšenice durum použije k výrobe lokálnych druhov chleba. Používanie pšenice durum pre výrobu chleba sa stáva v poslednej dobe trendom i v ostatných častiach sveta a táto situácia otvára nové možnosti a trhy pre mlynské podniky, ktoré spracúvajú tvrdú pšenicu (Melich, 2003).

Pšenica je významná hlavne pre výrobu múky na produkciu chleba, pečiva, cestovín a ďalších výrobkov. Pre výrobu kvalitných cestovín je najvhodnejšia pšenica tetraploidná, pšenica tvrdá, so špecifickým zložením lepku. Hexaploidná, tzv. chlebová pšenica s kvalitným lepkom sa používa na výrobu chleba, pšenica s menej kvalitným lepkom najmä na výrobu cukrovinárskych výrobkov (Škerík, Michalová, 2002).

1.2 Botanická a biologická charakteristika

Rod pšenica (*Triticum L.*) patrí do čeľade lipnicovitých (*Poaceae*). Pšenica zahŕňa niekoľko druhov a veľký počet foriem a kultivarov.

Hlavné sú dva druhy:

- pšenica obyčajná (*Triticum aestivum L.*)
- pšenica tvrdá (*Triticum durum Desf.*)

Rod pšenica sa delí spravidla na tri podrody:

- diploidné pšenice so 14 chromozómami
- tetraploidné pšenice s 28 chromozómami
- hexaploidné pšenice so 42 chromozómami

Druhy príslušného podrodu sa medzi sebou ľahko krížia a poskytujú fertílne potomstvo.

Každý podrod môže ďalej rozdeliť na tri typy:

- bezplevnaté čiže nahé pšenice,
- plevnaté pšenice,
- nekultúrne, plané pšenice.

(Eliašová, 2008)

Nové kultivary vznikli krížením druhu (*Triticum aestivum*) s inými, ktoré majú zvýraznené vlastnosti ako napríklad odolnosť voči škodcom a chorobám, lepší výnos zrna, vyšší obsah bielkovín, vitamínov a lepku, či vhodnosť zŕn na mletie (Eliašová, 2008).

Klas je hustý, stlačený na priereze plocho štvorhranný. Vretno je pevné, nelámavé, na hranách chlpaté a hrubé. Klásky sú 5 - 7 kvetové, z nich len 2- 4 kvietky sú plodné, na báze so zväzočkami chlpkov. Zrná sú sklovité a tvrdé s vysokým obsahom lepku. Požiadavkou na dobrú kvalitu je vysoký obsah lepku, vysoká sklovitosť (min. 80%), veľká tvrdosť zrna, vysoká objemová hmotnosť a jantárovožltá farba endospermu (Karabínová, 1997).

Odrody pšenice tvrdej formy ozimnej vzchádzajú o jeden deň neskoršie, začínajú odnožovať o 3 – 4 dni neskoršie a stebľujú o 5 – 7 dní neskoršie ako ozimné odrody *Triticum aestivum L.* Príčinou neskoršieho nástupu a dlhšieho trvania týchto fenofáz je vyšší termický nárok ozimných tvrdých pšeníc v počiatočných fázach rastu a vývinu. Tvrdé pšenice vo fáze steblovania urýchľujú svoj rast a vývin. Klasenie

a dozrievanie je už na úrovni odrôd *Triticum aestivum* L. Pšenica tvrdá forma ozimná má nižšiu zimuvzdornosť a mrazuvzdornosť ako pšenica tvrdá forma ozimná (Melich, 2008).

Prezimovanie pšenice tvrdej formy ozimnej patrí medzi najťažšie a najzložitejšie obdobie rastu a vývinu. Tvrdá pšenica je citlivá na mráz. Už teplota - 6 °C až - 7 °C jej spôsobuje poškodenie. Náchylnosť pšenice na vyzimovanie sa prejavuje v korelácií s jej stupňom vývoja. Pomerne veľká náchylnosť pšenice na vyzimovanie je v období vzhádzania. Vo fáze 2. až 4. listu sa citlivosť rastlín na nízke teploty znižuje a v ďalších fázach zvyšuje. Odumieranie rastlín zvyšuje nízke pH pôdy, vysoký obsah pohyblivého hliníka a nízky obsah prístupného fosforu v pôde. Na jar pšenica vyžaduje teplotu 12 - 15 °C, vo fáze steblovania o niečo vyššiu, nikdy nie vyššiu ako 25 °C. V období klasenia a kvitnutia sa zvyšujú nároky na teplotu na 18 - 20 °C, nemali by však presiahnuť 27 - 28 °C. Aj pri dostatku vody sú nevhodné teploty nad 30 °C, hlavne ak trvajú dlhší čas, čo spôsobuje núdzové dozrievanie (Karabínová, 1997).

1.3 Chemické a nutričné zloženie zrna

Chemické zloženie zrna je podmienené nielen geneticky, ale tiež ekologickými faktormi ako je podnebie, pôda, orba, fyzikálnymi a chemickými vplyvmi počas skladovania a spracovania. Základnou a dominantnou komponentou zrna je škrob ktorý predstavuje 60 - 70% hmotnosti zrna. Medzi základné nutričné zložky zrna ďalej patria proteíny, sacharidy, tuky a minerálne látky.

Potravinárska hodnota pšenice je podmienená technologickými vlastnosťami zrna v spojení s kvalitnými senzoričnými vlastnosťami. Nutričné komponenty zrna poskytujú energiu, stavebný materiál a majú regulačnú úlohu. Prvotné komponenty poskytujúce energiu sú sacharidy a tuky, v menšej miere aj proteíny. Zložky poskytujúce stavebný materiál sú hlavne proteíny a minerálne látky.

Nutričná hodnota je tiež určená obsahom esenciálnych aminokyselín (lyzín, metionín, tryptofán), ktorých zastúpenie v pšenici je pomerne nízke. V pšeničnom zrne je relatívne malý obsah vitamínov. Iba vitamíny skupiny B sú zastúpené vo významných množstvách (Eliašová, 2008).

1.4 Poveternostné podmienky

1.4.1 Nároky na pôdu

Z pestovaných obilnín je pšenica najnáročnejšia na pôdu. Súvisí to s jej pomerne málo vyvinutým koreňovým systémom a pomalším počiatočným rastom. Vyžaduje hlboké, ťažšie, ale pritom vzdušené štruktúrne a bohato živinami a humusom zásobené pôdy. Najlepšie jej vyhovujú hlinité, ílovito-hlinité až ílovité pôdy s neutrálnou a slabou zásaditou reakciou s pH 6,2 – 7,5. Z pôdných typov sú najvhodnejšie černoze, ak netrpia suchom a ich subtypy hnedozeme na sprašiach a sprašných hlinách. Vysoké úrody sa môžu dosahovať aj na ilimerizovaných pôdach a lužných pôdach i nivných pôdach, ak hladina podzemnej vody má dostatočnú hĺbku. Pórovitosť pôd pri pestovaní ozimnej pšenice nemá klesnúť pod 50% a vzdušná kapacita pod 11% (Kováč et al., 1998).

Za nevhodné sa považujú pôdy piesočnaté, plytké, zamokrené, kde hladina podzemnej vody je 1, 1 m. Pre pšenicu nie sú vhodné pôdy s obsahom skeletu nad 25%, plytké pôdy, zamokrené, rašelinové a umelo vytvorené, tiež pôdy s extrémnymi vlastnosťami. Nevhodné sú na pestovanie všetky kyslé pôdy chudobné na Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ , Na^+ (Eliašová, 2008).

1.4.2 Nároky na teplotu

Najlepšie poveternostné podmienky na pestovanie ozimnej pšenice letnej vyhovujú vo výrobnnej oblasti repnej, potom kukuričnej a zemiakovej. Horná hranica pestovania sa zvýšila z 500 na 700 m n. m., kde vytláča pestovanie raže a ovsu. Pšenici ozimnej najlepšie vyhovuje mierna zima a teplé leto. Suma teplôt pre pšenicu ozimnú je 2563 do 3078 °C. Hraničná teplota pre rast je 5 – 6 °C v počiatočných rastových fázach v jeseni a na začiatku jarnej vegetácie. V zimnom období je potrebné hovoriť o odolnosti proti vyzimovaniu a mrazuvzdornosti (Karabínová et al., 1999).

Hlavné príčiny vyzimovania pšenice sú:

- odumretie rastlín spôsobené chladom v dôsledku toho, že došlo k úbytku z protoplazmy a k vytvoreniu kryštálikov ľadu v medzibunkových priestoroch,

- vyhynutie mrazom a vyschnutím, ktoré spôsobilo vyparenie vody po silnom mraze, vetre a slnečnom svite s prerušovanou možnosťou prívodu vody do rastlín zo zamrznutej pôdy,
- vyzimovanie udusením – najmä prerastených porastov vplyvom dlhotrvajúcej snehovej prikrývky, ktorá vzhľadom na svoju hrúbku alebo zľadovatenie spôsobila nahromadenie oxidu uhličitého (Eliašová, 2008).

Po zastavení procesov rastu v jeseni nastáva hromadenie sacharidov vo vegetačných vrcholoch. Pri odrodách s vyššou zimuvzdornosťou akumulácia sacharidov začína skôr ako pri menej rezistentných odrodách. Striedanie plusových a mínusových teplôt ovplyvňuje obsah sacharidov v týchto častiach rastlín. Pri mrazoch sa v nich zvyšuje obsah monosacharidov a klesá obsah sacharózy. Pri oteplení dochádza k zvýšeniu obsahu voľných aminokyselín, kým pri ochladzovaní sa ich obsah znižuje. Zvýšenie zimuvzdornosti súvisí so zvýšeným obsahom sacharidov alebo oligosacharidov v listoch a pletivách výhonkov.

Odnožovací uzol a korene pšenice reagujú na nízke teploty citlivejšie ako listy. O úspešnosti prezimovania rozhoduje najmä teplota v pletivách odnožovacieho uzla. Škody spôsobené mrazmi sú tým väčšie, čím dôjde k väčšiemu podchladeniu meristémových pletív. Úspešné prezimovanie sa dosiahne vtedy, ak pletivá ostanú neporušené.

Ak je porast dobre pripravený na zimu, vydrží mráz - 20 až - 25 °C. Vo vlhkých polohách ju menej poškodzujú mrazy, než raž. Mrazuvzdornosť hodnotíme kritickou teplotou, čo je teplota pod bodom mrazu, pri ktorej uhynie 50 % rastlín. Odolnosť proti mrazu sa počas zimy mení. Vážnym nebezpečenstvom sú dlhšie trvajúce mrazy, oveľa viac krátkodobé silné oteplenie (+10 °C), hlavne ak po nich prídu silnejšie mrazy, lebo sa stráca mrazuvzdornosť i možnosť znovuoživenia. Odolnosť pšenice proti poškodeniu mrazom možno výrazne zvýšiť racionálnym hnojením. Extrémne vlhké a chladné počasie znáša pšenica tým lepšie, čím lepšie podmienky má z hľadiska vlastností pôdy a zásoby prístupných živín (Kulík et al., 1999).

1.4.3 Nároky na svetlo

Svetlo spolu s teplom sa na ozimných obilninách prejavuje ihneď od počiatku rastu. Dobré slnečné osvetlenie pôsobí priaznivo v období odnožovania obilnín na

tvorbu krátkych a silných dolných internódií, tvorbu produktívnych odnoží. Slnčné svetlo spolu s teplom pomáha zvyšovať intenzitu fotosyntézy a formovanie rastlinného organizmu, najmä tvorbu zŕn a hromadenie cukrov, bielkovín a iných látok v nich. Pre prístup svetla do porastu a pre jeho využitie má veľký význam výška porastu a postavenie najmä horných listov (napr. nízke odrody s erektoídnym postavením listov umožňujú lepší prístup svetla do porastu). Postavenie listov na rastline spôsobuje „efekt zriedenia“ množstva vyžiareného svetla, pričom sa dosahuje ekonomické využitie pre fotosyntézu.

Z pestovateľského hľadiska je pre využitie svetelného režimu dôležité zabezpečiť všetkým asimilujúcim rastlinám dostatok svetla. Môžeme to dosiahnuť organizáciou porastu, čo znamená rozmiestnenie optimálneho počtu rastlín na jednotiek plochy, charakterizované šírkou riadkov, hustotou rastlín v riadku a orientáciou na svetové strany. Priaznivejší vplyv na porast obilnín majú infračervené lúče (s dlhšou vlnovou dĺžkou) ako lúče ultrafialové (s krátkou vlnovou dĺžkou). Preto smer riadkov od severu na juh umožňujúci prístup dlhovlnným lúčom do porastu v ranných a večerných hodinách sa ukazuje výhodnejší ako smer riadkov východ – západ (Eliašová, 2008).

1.4.4 Nároky na vodu

Pšenica je náročná na vodu. Pre obdobie mesiac pred a mesiac po vzídení je optimum suma zrážok asi 120 mm. Vtedy sú dobré podmienky pre prípravu pôdy, vzchádzanie a počiatkový rast. Vysoké zrážky koncom jesene a počas zimy znižujú odolnosť proti vyzimovaniu a zvyšujú náchylnosť na choroby koreňov a päty stebľa.

V našich pôdných a klimatických podmienkach má ozimná pšenica na začiatku jari dostatočné množstvo vody zo zásob vytvorených počas zimného obdobia. Požiadavky na vodu sa zvyšujú až v procese zvýšenej tvorby fytomasy.

Najväčšia spotreba vody je v období steblovania až tvorby zrna, t.j. od konca apríla do začiatku júna. Za optimálny úhrn zrážok od sejby po zber považujú rôzni autori 120 – 360 mm (Karabínová et al., 1999).

Spotreba pôdnej vody ovplyvňuje termín sejby pšenice. Spotreba vody je vyššia pri skoršej sejbe a vyššej intenzite hnojenia, najmä dusíkatými hnojivami. Na 1 kg zrna pšenice pri optimálnom hospodárení s vodou je potreba 550 l vody. Rastliny ozimnej pšenice, ktoré sa v počiatkových rastových fázach vyvíjali pri nižšom obsahu vody

v pôde, poskytujú obyčajne vyššie úrody ako tie, ktoré mali spočiatku priaznivejšie vlhkosťné podmienky a potom trpeli nedostatkom vlahy. Rastliny, ktoré na začiatku svojho vývinu prekonalí obdobie sucha, mali spočiatku pomalší vývin, avšak v dôsledku vytvorenia silnejšej koreňovej sústavy a následne väčšej listovej plochy i vyššieho obsahu chlorofylu produkujú väčšie množstvo sušiny. Takéto rastliny dokážu lepšie využívať vodu z pôdných zásob a sú menej citlivé na nedostatok atmosférických zrážok (Eliašová, 2008).

1.5 Výživa a hnojenie pšenice

Technológia pestovania pšenice tvrdej je podobná ako pri ozimnej alebo jarnej forme pšenice letnej. Pre dosiahnutie kvalitného zrna je nutné ju zaraďovať po zlepšujúcich predplodinách, nie však po lucerne siatej v suchých oblastiach, ktorá veľmi vysušuje pôdu pre následnú pšenicu tvrdú. Pre jarnú formu pšenice tvrdej je lucerna ako predplodina vhodná.

Obilniny ako predplodiny nie sú vhodné, nakoľko je tu nebezpečie prímiesy iných druhov (max 5%) čo znemožňuje využitie k príprave semolíny (špeciálna múka hrubšej granulácie) a tým k cestvoninárskemu spracovaniu.

Vyžaduje včasný termín sejby pri ozimnej forme maximálne do 5. októbra (aby porasty do zimy riadne odnožili) s výsevom 4,5 až 5,5 mil. klíč. zrn na ha do hĺbky 50 – 60 mm. Jarná forma sa seje čo najskôr s výsevom 5,0 – 6,5 mil. líč. zrn na ha do hĺbky 40 – 50 mm. Jarná pšenica tvrdá má malú kompenzačnú schopnosť, preto je dôležité dodržiavanie optimálneho výsevku.

Správna výživa zaisťovaná živinami zo starej pôdnej sily a hnojením je jedným z rozhodujúcich faktorov, ktoré vytvárajú predpoklady dobrých a stabilných úrod s dobrou kvalitou zrna obilnín. Príjem živín závisí od ich obsahu v pôde, obsahu humusu, pôdnej reakcie, kvality sorbčného komplexu a mikrobiálnej aktivity v pôde (Hašana, 2006).

Podľa Richter - Trávník (1994) správne riadenou výživou sa dá zvyšovať využitie genetického potenciálu pestovaných plodín a dosahovať vyššie a kvalitnejšie úrody. Vynaložené hnojivá sú aj v súčasnosti ekonomicky efektívne a zvyšujú zisk v závislosti na výrobných oblastiach a v priebehu poveternostných podmienok v priemere o 20 až 30%.

Látkové zloženie zrna pšenice ovplyvňuje do značnej miery príjem základných biogénnych prvkov, ktorými sú dusík, fosfor, draslík, vápnik, horčík a síra. Viac ako 90 % živín potrebných pre rastlinu musí byť transformovaných ku koreňom (Prugar, Hraška, 1986).

Pri dusíku sa vychádza zo zásady, že dusíkaté hnojivo sa má aplikovať vtedy, keď ho rastliny najviac potrebujú a sú schopné ho prijať a využiť na tvorbu biomasy. Jednou tonou zrna a zodpovedajúcim množstvom slamy odoberie pšenica 22- 26 kg N, 4,4 – 6,2 kg P, 16,6 – 21 kg K, 2,8 – 5,7 kg Ca a 1,2 – 3 kg Mg (Ložek, 1998).

Fecenko - Ložek (2000) tvrdia, že dôležitým prvkom intenzívnej technológie pestovania pšenice je termínovo správna aplikácia delených dávok dusíkatých hnojív v priebehu celého vegetačného obdobia. Na základné úrodovné prvky obilnín, t.j. počet klasov na jednotke plochy, počet zrn v klase a hmotnosť tisíc zrn možno výrazne pôsobiť práve dusíkatým hnojením. Okrem pozitívneho pôsobenia možno pri nesprávnej aplikácii dusíka vyvolať aj depresiu úrody.

Vnuk - Ložek (1995) na základe zistených výsledkov potvrdzujú, že optimalizácia dávok dusíka na základe diagnostických metód založených na informáciách o obsahu anorganického dusíka v pôde a výživovom stave rastlín umožňuje dosiahnuť pozitívny finančný efekt z jednotky plochy a pritom nezaťažovať životné prostredie derivátmi dusíka. Uvádzajú, že diferencovaná dusíkatá výživa štatisticky preukázane ovplyvnila úrodu zrna a obsahu škrobu. Zmeny obsahu mokrého lepku boli len nevýrazné.

Hnojenie dusíkom malo významnejší vplyv na úrody v kukuričnej a repnej výrobnjej oblasti po predplodine lucerne, pri dávke 60-80 kg.ha.⁻¹ N, po obilnine do 120 kg.ha.⁻¹ N. V zemiakovej výrobnjej oblasti efektívnosť dusíkatého hnojenia vykazuje väčšie rozdiely a významnejšie zvýšenie úrody sa dosahuje v dávkach 60 až 120 kg.ha.⁻¹ N (Halás, 1997).

Foliárnym prihnojením dusíkom po fáze kvitnutia je ešte možné zvýšiť obsah bielkovín v zrne pšenice, pričom treba zdôrazniť, že využitie dusíka je v značnej miere podmienené zásobenosťou dusíka v pôde a odrodovými špecifikami (Melich, 2008).

Pri nedostatočnej výžive rastlín dusíkom sa znižuje nielen úroda, ale spravidla klesá aj kvalita zrna pšenice, čo má nepriaznivý dopad i na ekonomiku výroby (Muchová et al., 1999).

Problematika hnojenia fosforom a draslíkom je podstatne jednoduchšia ako pri dusíku. Vyplýva to z toho, že pšenicu možno hnojiť aj vysokými dávkami bez

nebezpečenstva poškodenia porastu. Dobré zásobovanie fosforom klade vplyv na tvorbu reprodukčných orgánov rastliny, zlepšuje sa ozrnenie klasu, kým jeho nedostatok spôsobuje zubatosť klasu (Fecenko, Ložek, 2000).

Fosfor predstavuje neobnoviteľný zdroj, pri ktorom môže dôjsť k vyčerpaniu alebo akútnemu nedostatku. Podpora trvalo udržateľného poľnohospodárstva musí byť preto čím skôr podporená opatreniami na uzatvorený kolobeh tejto živiny. Z tohto hľadiska je potom dôležité každý rok dodávať do pôdy minimálne také množstvo fosforu aké bolo úrodami odobraté (Melich, 2008).

Podľa Bojňanskej (1997) fosfor zodpovedá najmä za využitie sacharidov, za fotosyntézu, formovanie bunkových jadier, delenie buniek, syntézu lipidov a bielkovín. Zvýšený obsah fosforu v pôde podporuje HTZ a sklovitosť, neovplyvňuje však vždy obsah bielkovín a lepok.

Významné obdobie z hľadiska nárokov na fosfor je na začiatku vegetácie, pretože zvyšuje odolnosť rastlín proti vyzimovaniu a prispieva k mohutnej tvorbe koreňového systému (Špaldon et al., 1982).

Draslík má v rastline kľúčovú úlohu pri dôležitých pochodoch látkovej výmeny. Optimálne zásobovanie rastlín draslíkom má rozhodujúci vplyv na hmotnosť tisícich zŕn (Kali, Salz, 1998).

Fecenko, Ložek (2000) odporúčajú hnojiť pšenicu vysokými dávkami draselných hnojív nebezpečia poškodenia porastu. Dostatočná výživa pšenice draslíkom má veľký význam, pretože pšenica ho pomerne slabo využíva z pôdnych zásob, najmä v suchom roku. Na druhej strane, draslík pôsobí na odolnosť pšenice proti vymrzaniu a zvyšuje tiež jej odolnosť proti políhaniu.

Intenzívnym hojením dusíkatými, fosforečnými a draselnými hnojivami sa odčerpávajú z pôdy také živiny, ktoré sa v hnojivách nedodávajú, čím sa tieto môžu stať limitujúcimi faktormi tvorby nielen úrod, ale aj jej kvality. Intenzívne hnojenie NPK by preto malo byť dopĺňované tiež vápnikom, horčíkom, sírou a prípadne mikroelementami (Melich, 2008).

Celková dávka dusíka sa delí na:

- základnú dávku (pri predsejbovej príprave pôdy) na veľmi úrodných pôdach a po vhodných predplodinách kde je obsah prístupného dusíka vo väčšine prípadov dostatočný je možné vynechať. K spresneniu základnej dávky N je potrebné využiť výsledky rozborov pôdy na minerálny dusík,

- na regeneračnú (v rastovej fáze začiatok až koniec odnožovanie do - Fee 2-4), pri aplikácií regeneračnej dávky je nutné brať v úvahu výsledky biologickej kontroly a výsledky agrochemického rozboru pôdy tak ako pri pšenici letnej, forme ozimnej,
- na produkčnú dávku dusíka (od ukončenia odnožovania do počiatku steblovania Fee 4-5). Dávka sa racionalizuje na základe agrochemických rozborov pôdy na N_{an} v hĺbke 0-0,3 m a 0,3-0,6m alebo na základe anorganických rozborov rastlín,
- na kvalitnú dávku (neskoré prihnojovanie) v rastovej fáze klasenia (Fee 10.1- 10.5) a kvitnutia (Fee 10.5.1-10.5.3), vo forme kvapalných hnojív, zameranú na zvýšenie HTZ, obsahu bielkovín a sklovitosti zrna. Pri prihnojovaní kvapalnými hnojivami je nutné voliť nízku koncentráciu, aby nedošlo k významnejšiemu popáleniu listov, prípadne klasov, nakoľko na kvapalné hnojivá je tvrdá pšenica citlivejšia než letná (Eliašová, 2008).

Hnojenie organickými hnojivami sa považuje za základ systému hnojenia pretože okrem dodania živín a podpory činnosti mikroorganizmov udržiava tiež priaznivý obsah organickej hmoty v pôde (Klimeková, Lehotská, 2006).

Organickými hnojivami nahrádzame mineralizované organické látky a dodávame do pôdy živiny. Pri pestovaní obilnín je potrebné v priemere dodať do pôdy cca $1,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ organických látok, čomu zodpovedá $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ maštalného hnoja na rok, resp. $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ raz za štyri roky (Halás, 2000).

Systematické hnojenie pôd organickou hmotou zvyšuje jej úrodnosť a dostatok humusu, významnou mierou napomáha aj rovnomernej využiteľnosti dodaných priemyselnými hnojív pri všetkých plodinách (Muchová, 2001).

Muchová (2001) zistila vo svojich pokusoch pri pšenici na variantoch hnojených hnojovicou významne vyšší obsah bielkovín, lepku a vyššiu valorimetrickú hodnotu voči variantom s priemyselnými hnojivami.

1.6 Zber

Pri pšenici tvrdej je požiadavka na skorý zber, na začiatku žltej zrelosti z dôvodu dobrej kvality, nakoľko citlivo reaguje na nepriaznivé počasie, po dažďových prehánkach znižuje sklovitosť, sfarbenie endospermu je sivé a odchádza k farebným

zmenám na zrne (zrno nadobúda čierne sfarbenie). Okrem priameho zberu obilnými kombajnmi odporúča sa aj dvofázový zber (Eliašová, 2008).

1.7 Chemické zloženie zrna pšenice

Chemické zloženie zrna obilnín, podobne ako anatomická stavba ich zrna, kolíše podľa oblasti pestovania, proveniencie, druhu, odrody, hnojenia, celkovej agrotechniky, klimatických a poveternostných podmienok a ďalších faktorov (Bajči a i. 1994).

Chemické zloženie pšeničného zrna je rôznorodé a závisí od hmotnostného podielu jednotlivých štruktúrnych komponentov zrna, ktoré sú tvorené epikarpom, aleurónovou vrstvou, endospermom a klíčkom. Hlavné časti obilky tvoria zložitý komplex, ktorého jednotlivé zložky majú rôzne štruktúrne, mechanické a fyzikálno – chemické vlastnosti (Tichý, 1989).

Hlavnou časťou zrna z hľadiska technologického spracovania je endosperm, ktorý predstavuje asi 83 % hmotnosti zrna. Je tvorený bunkami, ktoré sú naplnené škrobovými zrnami v proteínovej matrici. Asi 70 – 75 % bielkovín zrna pšenice je lokalizovaných v endosperme. Medzi endospermom a obalovými vrstvami je vrstva aleurónových buniek, ktoré tvoria asi 6 – 7 % hmotnosti zrna. V bunkách aleurónovej vrstvy sa nachádza vysoký obsah lipidov, vitamínov a tiež bielkovín, tvoriacich bielkovinový komplex. Asi 14 – 15 % hmotnosti zrna predstavujú obalové vrstvy, ktoré obsahujú najviac minerálnych látok, vitamínov (najmä B – vitamínov) a vlákniny. Približne 2,5 % hmotnosti zrna pripadá na zárodok (Urminská, 1992).

Oplodie pšeničného zrna sa skladá prevažne z vlákniny (1,9 – 2 %). Aleurónová vrstva je zložená hlavne z bielkovín a sacharidov s malým podielom tukov a minerálnych látok. Endosperm sa skladá hlavne zo škrobu, bielkovín, tukov a minerálnych látok (Prugar, Hraška, 1986).

Voda je dôležitou zložkou zrna, pretože všetky biochemické a fyziologické procesy prebiehajú počas rastu, dozrievania, skladovania a spracovania za jej účasti. Voda sa v zrne nachádza vo forme voľnej a viazanej na hydrofilné koloidy. Voľná voda slúži ako rozpúšťadlo, k transportu asimilátov a metabolitov a podieľa sa na tvorbe organických zlúčenín. Viazaná voda je hydratačná a sorpčná, ktorá nemrzne ani pri nižších teplotách, nemá schopnosť pohybu a nerozpúšťa kryštalické látky, uvoľňujú sa

zo zrna až pri vyššej teplote. Pri zmene pomeru medzi vodou voľnou a viazanou sa mení charakter všetkých biochemických procesov.

Pšenica patrí k najvýznamnejším producentom bielkovín, produkuje asi 55 % z celkového množstva bielkovín. Obsah bielkovín v pšenici kolíše od 8 – 20 % výnimočne aj vyššie, v závislosti od odrody a agroekologických podmienok pestovania (Bajči a i., 1994).

Bielkoviny sú vysokomolekulárne látky zložené z zvyškov minimálne 20 rozdielnych aminokyselín a dvoch amidov pospájaných navzájom kovalentnou, tzv. peptidovou väzbou. Bielkoviny patria k základným zlúčeninám živej hmoty. Sú to zložité látky s charakteristickou štruktúrou, funkciou a vlastnosťami (Kirschnerová, 2007).

Podľa Michalíka (2005) sa klasifikácia bielkovín uskutočňuje z hľadiska ich fyzikálno – chemickými alebo biologických vlastností:

- a) podľa tvaru (fibrilárne a globulárne)
- b) podľa rozpustnosti v rôznych rozpúšťadlách
- c) podľa biologických vlastností (katalytické, imunologické, regulárne, transportné, konštitučné a iné)
- d) podľa prítomnosti neproteínovej zložky (jednoduché a zložité)
- e) podľa stavu degradácie (natívne a denaturované) a ďalších vlastností.

Tabuľka 1 **Chemické zloženie jednotlivých častí zrna pšenice**

Obsah v %	Škrobový endosperm	Aleurónová vrstva	Obalové vrstvy	Zárodok
Voda	13,4	11,8	11,1	-
Celulóza	0,3	48,8	76,6	-
Dusíkaté látky	10,2	25,0	9,4	Do 40
Popoloviny	0,5	5,3	2,9	5,6
Tuky	0,9	9,1	-	12,3
Škrob	74,7	-	-	23

(Prugar, Hraška, 1986)

Najpodstatnejší podiel pšeničného zrna tvoria sacharidy. Hlavné zastúpenie majú polysacharidy ako sú celulóza, hemicelulóza, pentózany a škrob. Obsah škrobu

v pšeničnom zrne kolíše v širokom rozpätí od 50 do 70 % v závislosti od kultivaru a agroekologických podmienok pestovania.

Podľa rozpustnosti delíme bielkoviny na albumíny, globulíny, prolamíny, glutelíny, históny a protamíny (Prugar, Hraška, 1986).

Bielkoviny lokalizované v zrne obilnín vytvárajú tzv. bielkovinový komplex. Tento z hľadiska chemickej skladby, fyzikálnej štruktúry, biologických vlastností a lokalizácie v rámci zrna tvorí komplex heterogénnych bielkovín (Repka, Michalík, 1988).

Bielkovinový komplex pšeničného zrna má niektoré funkčné vlastnosti, ako je špecifické frakčné zloženie, schopnosť bielkovín vytvárať makromolekulárnu štruktúru lepku, rozdielnosť v zložení aminokyselín v jednotlivých frakciách bielkovín a jednotlivých častiach zrna (Prugar, Hraška, 1986).

Malý hmotnostný podiel predstavujú v zrne pšenice aj lipidy. Ich obsah sa pohybuje v rozsahu od 1,5 do 2,5 %. Tvorené sú tukmi, zloženými najmä z kyseliny linolovej, kyseliny olejovej a fosfatidmi. Významnú úlohu z hľadiska výživy majú vitamíny a minerálne látky. V zrne sú rozmiestnené nerovnomerne a ich obsah je najvyšší v klíčku a v aleurónovej vrstve. V zrne pšenice sú zastúpené vitamíny skupiny B, vitamíny A ako provitamín, vitamín C, D a E. Obsah minerálnych látok závisí od odrody, výživy a celkových podmienok počas vegetácie. V zárodku a obalových vrstvách je najviac zastúpený fosfor a draslík. Z ostatných minerálnych látok sú v zrne pšenice obsiahnuté aj síra, vápnik, železo, mangán, zinok, bór a meď. Minerálne látky majú aj technologický význam, nakoľko mlynský proces sa riadi a hodnotí aj podľa obsahu popola (Prugar, Hraška, 1986).

1.8 Význam hydrolytických enzýmov v zrne pšenice

Na kvalitu zrna pšenice vo veľkej miere vplyva aj aktivita enzýmov. Enzýmy metabolizmu hlavných zásobných látok pšenice, bielkovín a škrobu, hrajú dôležitú úlohu pri formovaní kvality zrna (Michalík, 1992).

V obilninách zohrávajú proteolytické enzýmy dôležitú úlohu pri transporte prekursorov syntézy proteínov z vegetatívnych orgánov do rozvíjajúceho sa zrna. Pripravujú dostatočné množstvo aminokyselín potrebných pre syntézu proteínov nevyhnutných pre rast novej rastliny, aktivizujú latentné formy iných hydroláz

a iniciujú reakcie hydrolýzy zásobných látok zrna. Vďaka substrátovej špecifite proteázy aktivizujú rôzne hormóny a biologicky aktívne peptidy, a tak vyvolávajú rýchle zmeny vo fyzikálno - chemických vlastnostiach bielkovín, delení buniek, raste rastlín a dozrievaní zrna (Urminská, 1992).

Zdravé a suché zrná rôznych obilnín vykazujú relatívne nízke aktivity rôznych proteáz a amyláz, čo umožňuje ich dobrú skladovateľnosť a určuje vyhovujúcu technologickú kvalitu. Naproti tomu, rýchlosť klíčenia je podmienená prítomnosťou a vysokou aktivitou hydrolytických enzýmov a absenciou látok inhibičnej povahy v zrne. Väčšina týchto enzýmov je lokalizovaná v embryu a v aleurónovej vrstve (Urminská, Michalík, 1996).

Úroveň aktivity proteolytických a amylolytických enzýmov ku koncu dozrievania zrna významne ovplyvňuje obsah a vzťah komponentov zásobných látok. Pre zrno vysokej kvality je charakteristické skoro úplné zníženie aktivity hydroláz bielkovín a škrobu v plnej zrelosti zrna (Michalík, 1992).

Inhibícia aktivity v konečnej fáze formovania zrna (vosková zrelosť a koniec voskovej zrelosti) pozitívne vplýva na akumuláciu škrobu a bielkovín v zrne. Zvýšená aktivita hydroláz priaznivo vplýva na procesy mobilizácie metabolitov a ich translokácie (Michalík, 1990).

Vplyvom zvýšenej vlhkosti v dobe dozrievania, zberu úrody a v čase uskladnenia zrna dochádza k predčasnému klíčeniu, pričom klíčenia zrna je sprevádzané prudkým nárastom aktivity všetkých hydrolytických enzýmov a ako prvý štartovací enzým, ktorého aktivita prudko stúpa je alfa-amyláza (Gálová et al., 2003).

V pšeničnom zrne sa okrem už spomínaných enzýmov nachádzajú aj mnohé ďalšie enzýmy, ako napríklad lipázy, ktoré ovplyvňujú kvalitu múky a fosfatázy, ktorých účinkom sa v múke a v ceste uvoľňuje kyselina fosforečná a dochádza k mineralizácii fosforu (Muchová, 1991).

1.9 Nutričná hodnota zrna pšenice

Výživná hodnota bielkovín je daná do značnej miery zložením aminokyselín a ich využiteľnosťou. Ide najmä o zastúpenie esenciálnych aminokyselín, ktoré si ľudský organizmus nevie syntetizovať, ale musí ich prijímať v potrave (Bajči et al., 1994).

Nutričná kvalita bielkovín je daná podielom tzv. rozpustných bielkovín ako sú albumíny a globulíny (Michalík, 1992).

Albumíny a globulíny sú súčasťou konštitučných bielkovín, majú katalytické účinky a ovplyvňujú predovšetkým nutričnú kvalitu zrna na základe vysokého zastúpenia esenciálnych aminokyselín (Gálová et al., 2003).

Naproti tomu, technologická kvalita je podmienená obsahom a kvalitou lepkových bielkovín, t.j. gluténu (Michalík, 1992).

Všeobecne je známe, že bielkoviny zrna pšenice majú v porovnaní s bielkovinami živočíchov ako aj bielkovinami strukovín a nižšiu biologickú hodnotu, ktorá je limitovaná nízkym obsahom esenciálnych aminokyselín, predovšetkým lyzínu (Prugar, Hraška, 1986).

V období tvorby zrna pšenice sa výrazne mení pomer základných frakcií bielkovinového komplexu. Na začiatku nalievania zrna sa intenzívne akumulujú albumíny a globulíny. Po dosiahnutí obdobia mliečnej zrelosti možno naopak pozorovať prednostne hromadenie zásobných bielkovín. V dôsledku toho má zrelé zrno spravidla vyšší podiel zásobných bielkovín ako protoplazmatických (Michalík et al., 1989).

1.10 Technologická kvalita zrna pšenice

Technologická hodnota zrna pšenice sa prejaví až počas spracovania. Informácie o zložení zrna nám však umožnia predpokladať, ako sa zrno bude správať v mlynoch a ako sa múka z neho vymletá prejaví v konkrétnych technológiách. Dlhoročné výsledky Muchovej (1998) dokazujú, že kvalita a technologické parametre sú dané genetickými vlastnosťami daného genotypu, reprezentované odrodou, ktorú ani použité hnojenie podstatne neovplyvní.

Dôležitou vlastnosťou zásobných bielkovín je ich schopnosť tvoriť lepok (glutén), ktorý zohráva dôležitú úlohu v procese formovania pšeničného cesta. Gálová (2001) uvádza, že z technologického hľadiska má obsah a kvalitu glutenínov vplyv na elasticitu (pružnosť a pevnosť) a gliadíny na viskozitu (rozťažnosť a rozplývavosť) cesta.

Pšenica hromadí gliadíny a gluteníny vo vyrovnanейšom pomere ako ostatné bielkoviny. Gliadíny a gluteníny sú hlavnou súčasťou lepku a ich pomer ovplyvňuje jeho fyzikálne a chemické vlastnosti (Hraška, 1993).

Technologickú kvalitu zrna pšenice podľa Beža (1998) podmieňujú faktory biologické (veľkosť a tvar zrna, hĺbka brušnej ryhy zrna, veľkosť briadky, konzistencia endospermu, súdržnosť obalových vrstiev a a endospermu) a faktory vonkajšieho prostredia (podmienky pestovania, ošetrovania počas vegetácie, zber a pozberová úprava zrna, skladovanie a spracovanie zrna, prítomnosť cudzorodých látok v zrne).

Technologická kvalita pšenice sa posudzuje podľa Bajčiho et al. (1994) na základe skladovacej schopnosti (zmyslové ukazovatele – farba, vôňa, chuť, objektívne ukazovatele – vlhkosť, prímiesy, nečistoty, zdravotný stav), znakov mlynárskej kvality (objemová hmotnosť, hmotnosť tisícich semien, sklovitosť) a znakov pekárskej kvality (hrubý proteín, mokrý lepok, napučovanie, ťažnosť, diastatická mohutnosť, číslo poklesu, sedimentačný test, fyzické vlastnosti cesta, pekársky pokus).

Pre formovanie technologickej kvality pšenice letnej je podľa Muchovej (1991) z hľadiska dôležitosti najvýznamnejším faktorom odroda, potom výživa a nakoniec priebeh poveternostných podmienok. Na mlynárskú kvalitu odroda vplýva 88,6% a na výťažnosť múky 68,3%. Z ukazovateľov pekárskej kvality sa na obsah mokrého lepku odroda podieľa 35 až 48%. Odroda sa významnou mierou podieľa aj na formovaní väznosti múky, kvalite lepku, hmotnosti a pórovitosti chleba. Odroda je najmenej ovplyvnená výťažnosťou cesta, výmeľnosťou a tvar chleba.

Z potravinárskeho hľadiska je základnou požiadavkou vysoká kvalita dopestovanej produkcie. Preto, s ohľadom na dosiahnutie vysokých úrod čo najvyššej kvality, je potrebné zber pšenice realizovať v optimálnom čase zohľadňujúc biologickú a fyziologickú zrelosť zrna. Technologická kvalita zrna pšenice varíruje počas jednotlivých fyziologických fáz zrelosti ako aj v pozberovom období. Fyzikálna kvalita zrna stúpa, až do obdobia plnej zrelosti. Obsah a kvalita bielkovín, vodorozpustných bielkovín a lepku sú najvyššie v období na konci fázy voskovej zrelosti a začiatku fázy plnej zrelosti. Zber prezretých zŕn má za následok preukazné zníženie kvalitatívnych parametrov. Na kvalitu zrna nepriaznivo vplýva i dažďové počasie, ktoré znižujú sklovitosť, sfarbenie endospermu je sivé a dochádza k farebným zmenám na zrne (čierne sfarbenie) (Karabínová, 2003).

Podľa Kopáčovej (2004) pšenica tvrdá vykazuje vyššiu objemovú hmotnosť a hmotnosť tisícich zŕn, zrno je v porovnaní so pšenicou letnou (*Triticum aestivum*) väčšie, je jantárovo zafarbené majú oveľa tvrdší endosperm a vyšší obsah bielkovín (minimálne 14%). Cestoviny vyrobené z múky získané zomletím tvrdej pšenice (semolity) majú vynikajúce varivé vlastnosti, nie sú lepivé a po uvarení si uchovávajú

pôvodný tvar. Múka z tvrdej pšenice má aj rad predností i pre výrobu chleba. Chlieb z tejto múky má dlhšiu trvanlivosť ako zodpovedajúci tradičný výrobok, a múka sa môže taktiež používať k výrobe špeciálnych druhov chleba vrátane výrobkov pre osoby s gluténovou (lepkovou) intoleranciou.

1.11 Vlastnosti a význam sacharidov tvrdej pšenice

Mlynským spracovaním a odstraňovaním balastných látok sa výrazne znižuje obsah vlákniny v múkach, čo môže mať za následok jej nedostatok v potrave. Celková vláknina sa na základe rozpustnosti vo vode rozdeľuje na vlákninu rozpustnú a nerozpustnú (Prugar et al., 2008).

Konzumácia potravín s vysokým obsahom vlákniny, predovšetkým z celozrnných cereálnych zdrojov, vedie ku spomaleniu vstrebávania tukov a sacharidov, zníženiu rizika z príjmu kontaminovanej stravy, znižovaniu nadváhy, prevencii a zlepšeniu červených ochorení. Odstraňuje chronické zápchy, znižuje výskyt divertikulózy, nádorových ochorení – predovšetkým hrubého čreva a konečníku. Mikrobiálnou anaeróbnou fermentáciou v hrubom čreve je časť vlákniny, najmä rezistentné škroby, čiastočne alebo úplne odbúravaná na mastné kyseliny s krátkym reťazcom – octovou, propiónovou a predovšetkým kyselinu maslovú, ktoré bránia rýchlemu množeniu rakovinových buniek črevnej steny, pričom nebráni deleniu normálnych črevných buniek a podporuje ich rast (Kováčik, 2009).

1.12 Vápnik

1.12.1 Obsah a formy vápnika v pôde

Vápnik v pôdach sa nachádza ako dvojmocný kation pôdneho roztoku alebo výmenný ión sorpčného komplexu. Okrem toho v pôde sú početné primárne a sekundárne minerály obsahujúce vápnik. Zvetrávaním primárnych minerálov sa uvoľňuje vápnik (Ca^{2+}), ktorý sa buď sorbuje pôdou, alebo sa vyráža ako sekundárny minerál. Celkový obsah vápnika v pôdach sa pohybuje v značnom rozpätí, sa nachádza v pôdach vo forme vo vode nerozpustných zlúčenín. Málo rozpustné sú sírany, uhličitaný a veľmi dobre rozpustné sú dusičnany a chloridy.

Vápnik má významnú úlohu v pôdotvorných procesoch. Svojím obsahom v materskej hornine, v interakcii s ostatnými pôdotvornými činiteľmi, podmieňuje pôdotvorný proces a tým vznik určitého pôdneho predstaviteľa. Materská hornina bohatá na vápnik rýchlejšie zvetráva, čo ovplyvňuje dynamiku pôdotvorných procesov.

Vápnik je základným prvkom pôdnej úrodnosti. Ako najdôležitejší bázický kation rozhoduje o pôdnej reakcii a ústojčivosti pôd.

Vápnik sa viaže na anorganické a organické koloidy pôdy, čím sa podmieňuje ich koagulácia a podporuje vytváranie drobnohrudkovitej štruktúry. Súčasne sa chránia koloidy pred splavením do väčších pôdnych hĺbok.

1.12.2 Vápnik v rastline

Vápnik ako makrobiogénny prvok má mnohostranne pozitívny vplyv na rastlinu. Vápnik obsahujú všetky rastlinné bunky, najviac sa hromadí v starnúcich bunkách vo forme šľavelanu (oxalatu) vápenatého a vo forme solí kyseliny pektínovej, fosforečnej a sírovej.

Deficit vápnika v pôde sa prejavuje predovšetkým na rozvoj koreňovej sústavy. Na koreňoch sa prestávajú tvoriť vláskové korene, cez ktoré rastliny prijímajú podstatnú časť vody a živín z pôdy. Pri nedostatku vápnika sa na koreňoch vytvára sliz a korene začínajú zahŕňvať. Vonkajšie bunky koreňov sa začínajú rozkladať.

Vápnik pozitívne vplýva aj na rast nadzemných orgánov rastlín. Pri jeho veľkom nedostatku sa na listoch objavujú chlorotické škvrny, odumiera rastový vrchol a zostavuje sa rast stebľa. Vápnik zintenzívňuje výmenu látok v rastlinách, zohráva dôležitú úlohu pri transporte glycidov, vplýva na premenu dusíkatých látok, urýchľuje spotebu zásobných bielkovín semena pri jeho klíčení. Jednou z dôležitých funkcií tohto prvku je jeho vplyv na fyzikálno-chemický stav protoplazmy, na jej vizkozitu, priepustnosť a ďalšie vlastnosti, od ktorých závisí normálny priebeh biochemických procesov.

Úloha vápnika v rastlinách je mnohotvárna a príčiny rozdielnej citlivosti rastlín na jeho nedostatok sú spojené s celým radom zvláštností látkovej premeny.

Deficit vápnika v pôde sa prejavuje:

- menším zastúpením v pôdnom sorpčnom komplexe (PSK),
- znížením hodnoty pôdnej reakcie (pH),

- znížením obsahu iónov vápnika v pôdnom roztoku,
- zhoršením podmienok pre jeho príjem rastlinami.

Nadbytok vápnika v prostredí sa prejavuje len v súvislosti s vysokou hodnotou pH pôdy po vápnení, najmä páleným vápnom, keď dochádza k obmedzeniu rozpustnosti ťažkých kovov, najmä železa a mangánu, čo môže vyvolať deficit týchto prvkov pre rastliny (Fecenko-Ložek, 2000).

2. Cieľ práce

Cieľom tejto práce bolo sledovanie vplyvu rôznych spôsobov obrábania, úrovni hnojenia na úrodu a odčerpanie živín (vápnika) úrodu zrna pšenice tvrdej formy ozimnej pri dvoch odrodách (Istrodur a Martondur) v pestovateľskom roku 2007 na experimentálnej báze Dolná Malanta – FAPZ – SPU v Nitre.

Predpoklady do tejto práce boli čerpané z výskumného projektu VEGA „Kvantita a kvalita produkcie pri optimalizácií pestovateľských systémov vybraných druhov ozimných obilnín pre podmienky trvalo udržateľného rozvoja“, riešeného na Katedre rastlinnej výroby – FAPZ – SPU v Nitre v roku 2007 - 2009.

3. Metodika práce

Poľný polyfaktorový pokus bol založený v pestovateľskom roku 2007 na experimentálnej báze Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre Dolná Malanta.

Do pokusov boli zaradené dve odrody pšenice tvrdej formy ozimnej. Prvou bola použitá odroda Istrodur a jednu novú odrodu Martondur.

V rámci obrábania pôdy sa použili tri systémy:

- b1 (A) – orba so zaoraním pozberových zvyškov predplodiny – podmietka do hĺbky 80 mm, stredná orba do hĺbky 180 – 220 mm,
- b2 (B) – orba bez zaorávky pozberových zvyškov predplodiny – podmietka do hĺbky 80 mm, stredná orba do hĺbky 180 – 220 mm,
- b3 (C) – redukovaný systém obrábania kypričom Mars do hĺbky 120 – 150 mm.

Úrovne hnojenia:

c1 (a) – nehnojený kontrolný variant

c2 (b) – 80 N : 32,88 P : 129,60 K – pomer 1 : 0,411 : 1,62 (regeneračné a produkčné hnojenie – liadkom)

c3 (c) – 80 N : 32,88 P : 129,60 K (regeneračné: LAV, produkčné: Nitrohum + kvalitatívne prihnojenie: Nitrohum)

c4 (d) – 80 N : 32,88 P : 129,60 K (regeneračné: DASA, produkčné: Nitrohum)

c5 (e) – 120 N : 32,88 P : 129,60 K (regeneračné DASA, produkčné: Nitrohum)

Veľkosť pokusnej parcelky bola 12 m² , pokus mal tri opakovania, jedno opakovanie zahŕňalo 30 parceliek. Predplodinou bola horčica biela.

Plán pokusu

	I					II					III					
O1	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	A1
O2	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	A1
O1	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	A2
O2	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	A2
O1	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	A3
O2	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	a1	b2	c3	d4	e5	A3

O1 - Istrodur

O2 – Martondur

a1, b2, c3, d4, e5 – úrovne hnojenia

I., II., III. – opakovania

A1, A2 – spôsoby obrábania

Pre chemickú analýzu obsahu „ Ca “ v zrne pšenice tvrdej sme odovzdali vzorky z nasledovných variantov obrábanie pôdy a hnojenia (Aa, Ab, Ba, Bb, Ca, Cb).

Pre výpočet množstva odčerpaných živín sme použili nasledovný vzorec:

Obsah makroprvku (mg.kg⁻¹) x úroda (100% suš.)

množstvo odčerpaných živín = $\frac{\text{-----}}{1000}$
(kg.ha⁻¹)

3.1 Charakteristika pokusného stanovišťa

Experimentálna báza Dolná Malanta leží v dolnej časti povodia potoka Selenec a jeho prítokov, ktoré patria do strednej časti povodia rieky Nitra. Dolná Malanta je experimentálnou plochou pracovísk Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre a nachádza sa východne 4 km od mesta Nitra na Žitavskej pahorkatine. Územie má nadmorskú výšku 175 – 180 m. Prevláda pôdny druh stredne ťažká ílovito-hlinitá až ílovitá pôdy, s pôdnym typom hnedozem. Pôdna reakcia je mierne kyslá (pH 5,29-5,70) a v ornici sa nachádza 2,20 % humusu.

3.2 Charakteristika sledovaných odrôd

Istrodur

Istrodur je skorá odroda, stredného vzrastu, krátkosteblová odroda s vyváženými agronomickými vlastnosťami. Bola vyšľachtená z kríženia odrôd Koral x GK Pannondur. Klas je krátky, hranolovitý, hustý, ostenný, s výskytom ostí po celej dĺžke. Vyznačuje sa spoľahlivou zimovzdornosťou a dobrou regeneračnou schopnosťou na jar. Má strednú odolnosť proti vírusovým chorobám. Priemerná hmotnosť tisíc zrn je 47,8 g. Je odolná proti poliehaniu. Optimálny termín sejby je od 20. septembra do 5. októbra. Odporučený výsevok je 5,0 mil. klíč. zrn na ha v kukuričnej výrobnjej oblasti.

Martondur

Martondur je skorá až stredne skorá odroda, stredného vzrastu. Klas má hranolovitý, hustý a krátky. Klas má výskyt ostí po celej dĺžke. Priemerná hmotnosť tisíc zrn je 45,5 g.

Odroda Martondur má odolnosť proti vyzimovaniu na úrovni odrody Soldur, t. j. v rámci pšenice ozimnej tvrdej má dobrú zimovzdornosť. Odolnosť proti poliehaniu má strednú až slabú. Odroda má odolnosť proti chorobám.

Optimálny termín sejby je od 25. septembra do 5. októbra. Odporúčaný výsevok je 5,0 mil. klíč. zrn na ha v kukuričnej oblasti.

4. Výsledky práce

Najdôležitejšími a najzákladnejšími faktormi, ktoré ovplyvňujú produkciu obilnín, sú okrem vlastností odrody a poveternostných podmienok, hlavne spôsoby obrábania pôdy, použité dávky a druh hnojív. V súčasnosti je dôležité vybrať ten najvhodnejší spôsob pestovateľského postupu a najvhodnejší spôsob agrotechnickej prípravy pôdy a najoptimálnejšie dávky a druh hnojív. Je veľmi dôležité, aby sme získali najvyššie úrody a ukazovatele technologickej kvality odrody pri najnižších nákladoch a najvyššom ekonomickom a energetickom zisku.

4.1 Zhodnotenie vplyvu hnojenia a obrábania pôdy na úrodu zrna pšenice tvrdej

Vplyv hnojenia a obrábania pôdy na úrodu zrna pšenice tvrdej v roku 2007 je uvedený v tabuľke 2.

V roku 2007 pšenica tvrdá odroda Istrodur dosiahla priemernú úrodu zrna $4,39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Vplyvom hnojenia sa menila v rozpätí od $3,86 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, (variant hnojenia „a“) do $4,87 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant hnojenia „e“), čo predstavuje zvýšenie o 26,17 %.

Rozdielnym spôsobom obrábania pôdy sa menila v rozpätí od $3,79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant „A“) do $4,35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant „C“), čo predstavuje zvýšenie o 21,67%.

V roku 2007 pšenica tvrdá odroda Martondur dosiahla priemernú úrodu zrna $5,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Vplyvom hnojenia sa menila v rozpätí od $4,69 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant hnojenia „a“) do $5,66 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant hnojenia „e“), čo predstavuje zvýšenie o 20,68%.

Rozdielnym spôsobom obrábania pôdy sa menila v rozpätí od $4,75 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant „A“) do $4,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant „C“), čo predstavuje zníženie o 0,21%.

Odroda Istrodur dosiahla priemernú úrodu zrna $4,39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, odroda Martondur $5,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, čo predstavuje zvýšenie o $0,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (+14,4%).

Tabuľka 2 **Vplyv hnojenia a obrábania pôdy na úrodu pšenice tvrdej t.ha⁻¹**
v roku 2007

Druh	Odroda	Hnojenie	Spôsob obrábania pôdy							
			A	%	B	%	C	%	x	%
2007	Istrodur	a	3,62	100,00	3,95	100,00	4,01	100,00	3,86	100,00
		b	4,00	110,50	4,79	121,27	4,51	112,47	4,43	114,77
		c	3,36	92,82	4,75	120,25	4,03	100,50	4,04	104,66
		d	3,25	89,78	6,16	155,95	4,91	122,44	4,77	123,58
		e	4,75	131,22	5,55	140,51	4,31	107,48	4,87	126,17
		x	3,79	—	5,04	—	4,35	—	4,39	—
	Martondur	a	3,96	100,00	5,28	100,00	4,84	100,00	4,69	100,00
		b	5,02	126,77	5,08	96,21	4,39	90,70	4,83	102,99
		c	4,71	118,94	5,79	109,66	4,78	98,76	5,09	108,53
		d	3,91	98,74	5,70	107,95	5,00	103,31	4,87	103,84
		e	6,19	156,31	6,06	114,77	4,73	97,73	5,66	120,68
		x	4,75	—	5,58	—	4,74	—	5,02	—
	x	a	3,79	100,00	4,61	100,00	4,43	100,00	4,28	100,00
		b	4,51	118,99	4,93	106,94	4,45	100,45	4,63	108,18
		c	4,04	106,60	5,27	114,32	4,41	99,55	4,57	106,78
		d	3,58	94,46	5,93	128,63	4,96	111,96	4,82	112,62
		e	5,47	144,33	5,80	125,81	4,52	102,03	5,26	122,90
		x	4,27	—	5,31	—	4,55	—	4,71	—

4.2 Zhodnotenie vplyvu hnojenia a obrábania pôdy na obsah „Ca“ v zrne pšenice tvrdej.

Vplyv hnojenia a obrábania pôdy na obsah „Ca“ v zrne pšenice tvrdej je uvedený v tabuľke 3.

Priemerný obsah vápnika v zrne pšenice tvrdej pri odrode Istrodur bol 0,038 %, vplyvom hnojenia sa na variante „A“ zvýšil na 0,042 %. Priemerný obsah vápnika v zrne pšenice tvrdej pri odrode Istrodur bol 0,034 %, vplyvom hnojenia sa na variante „C“ znížil na 0,031 %.

Priemerný obsah vápnika v zrne pšenice tvrdej pri odrode Martondur bol 0,039 %, vplyvom hnojenia sa na variante „A“ zvýšil na 0,041 %. Priemerný obsah vápnika v zrne pšenice tvrdej pri odrode Martondur bol 0,036 %, vplyvom hnojenia sa na variante „C“ zvýšil na 0,04 %.

Tabuľka 3 Vplyv hnojenia a obrábania pôdy na obsah vápnika v zrne pšenice tvrdej v roku 2007

Odroda	Variant	Obsah Ca %	%	%	%
Istrodur	Aa	0,0335	100,00		
	Ab	0,0418	124,78		
	x	0,0377	--	100,00	
	Ba	0,0365	100,00		
	Bb	0,0447	122,47		
	x	0,0406	--	107,69	
	Ca	0,0370	100,00		
	Cb	0,0311	84,05		
	x	0,0341	--	90,45	
	xx	0,0375	--		100,00
Martondur	Aa	0,0372	100,00		
	Ab	0,0407	109,41		
	x	0,0390	--	100,00	
	Ba	0,0355	100,00		
	Bb	0,0394	110,99		
	x	0,0375	--	96,15	
	Ca	0,0313	100,00		
	Cb	0,0400	127,80		
	x	0,0357	--	91,54	
	xx	0,0374	--		99,73
X	A	0,0384	100,00	102,40	
	B	0,0391	101,82	104,27	
	C	0,0349	90,89	93,07	
	x	0,0375	--	100,00	

Vplyv hnojenia pôdy na množstvo odčerpaného „Ca“ úrodou zrna pšenice tvrdej je uvedený v tabuľke 4.

Priemerná úroda zrna pšenice tvrdej pri odrode Istrodur bola $3,81 \text{ t.h}^{-1}$, vplyvom hnojenia pôdy sa na variante „A“ zvýšila na $4,0 \text{ t.ha}^{-1}$. Na variante „C“ bola priemerná úroda zrna pšenice tvrdej $4,26 \text{ t.h}^{-1}$, vplyvom hnojenia a obrábania pôdy zvýšila na $4,51 \text{ t.ha}^{-1}$.

Priemerná úroda zrna pšenice tvrdej pri odrode Martondur bola $4,49 \text{ t.h}^{-1}$, vplyvom hnojenia pôdy sa na variante „A“ zvýšila na $5,02 \text{ t.ha}^{-1}$. Na variante „C“ bola priemerná úroda zrna pšenice tvrdej $4,62 \text{ t.h}^{-1}$, vplyvom hnojenia pôdy sa znížila na $4,39 \text{ t.ha}^{-1}$. Z uvedeného vyplýva, že hnojenie pôdy malo lepší vplyv na odrodu Istrodur.

Priemerná výška odčerpaného vápnika v zrne pšenice tvrdej pri odrode Istrodur bola $1,25 \text{ kg.h}^{-1}$ a vplyvom hnojenia pôdy sa na variante „A“ zvýšila na $1,45 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Na variante „C“ bola priemerná výška odčerpaného vápnika $1,25 \text{ kg.h}^{-1}$, vplyvom pôdy sa znížila na $1,22 \text{ kg.ha}^{-1}$. Priemerná výška odčerpaného vápnika v zrne pšenice tvrdej pri odrode Martondur bola $1,52 \text{ kg.h}^{-1}$ a vplyvom hnojenia pôdy sa na variante „A“ zvýšila na $1,77 \text{ kg.ha}^{-1}$. Na variante „C“ bola priemerná výška odčerpaného vápnika $1,42 \text{ kg.h}^{-1}$, vplyvom hnojenia pôdy sa zvýšila na $1,53 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Tabuľka 4 Vplyv hnojenia a obrábania pôdy na množstvo odčerpaného Ca úrodou zrna pšenice tvrdej v roku 2007

Odroda	Variant	Úroda zrna (t.ha^{-1})	Odčerpaný Ca (kg.ha^{-1})	%	%	%
Istrodur	Aa	3,62	1,044	100,00		
	Ab	4,00	1,453	139,18		
	x	3,81	1,249	--	100,00	
	Ba	3,95	1,256	100,00		
	Bb	4,79	1,864	148,41		
	x	4,37	1,560	--	114,70	
	Ca	4,01	1,275	100,00		
	Cb	4,51	1,215	95,29		
	x	4,26	1,245	--	111,81	
	xx	4,15	1,351	--		100,00
Martondur	Aa	3,96	1,274	100,00		
	Ab	5,02	1,766	138,62		
	x	4,49	1,520	--	100,00	
	Ba	5,28	1,620	100,00		
	Bb	5,08	1,988	122,72		
	x	5,18	1,804	--	115,37	
	Ca	4,84	1,319	100,00		
	Cb	4,39	1,528	115,85		
	x	4,62	1,424	--	102,90	
	xx	4,76	1,583	--		114,70
X	A	4,15	1,385	100,00	100,00	
	B	4,78	1,682	117,79	115,18	
	C	4,44	1,335	102,79	106,99	
	x	4,46	1,467	--	--	

5. Záver a odporúčanie pre prax

Z výsledkov poľného pokusu v roku 2007, v ktorom bolo cieľom sledovať vplyv obrábania pôdy a hnojenia na úrodu zrna pšenice tvrdej, obsah a odčerpanie vápnika. Sledovali sme dve odrody pšenice odrodu Istrodur a odrodu Martondur a z dosiahnutých vyplývajú nasledovné čiastkové závery:

1. Vplyv obrábania pôdy na úrodu pšenice tvrdej:

Pšenica tvrdá odroda Istrodur pri variante obrábania „A“ dosiahla priemernú úrodu zrna $3,79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, pri variante obrábania „B“ dosiahla priemernú úrodu zrna $5,04 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, pri variante „C“ priemerná úroda zrna $4,35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Pšenica tvrdá odroda Martondur pri variante obrábania „A“ dosiahla priemernú úrodu zrna $4,75 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, pri variante obrábania „B“ dosiahla priemernú úrodu zrna $5,58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, pri variante obrábania „C“ priemernú úrodu $4,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Pri porovnávaní dosiahnutej priemernej úrody sme zistili, že odroda Istrodur dosiahla v pestovateľskom roku 2007 priemernú úrodu $4,39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a odroda Martondur $5,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, čo predstavuje zvýšenie o $0,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (+14,4%).

2. Vplyv hnojenia pôdy na úrodu pšenice tvrdej:

Pšenica tvrdá odroda Istrodur pri variante hnojenia „a“ dosiahla priemernú úrodu zrna $3,86 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a pri variante „e“ to bolo $4,87 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, čo predstavuje zvýšenie o $1,01 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (+26,17%).

Pšenica tvrdá odroda Martondur pri variante hnojenia „a“ dosiahla priemernú úrodu zrna $4,69 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a pri variante „e“ to bolo $5,66 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, čo predstavuje zvýšenie o $0,97 \%$ (+20,68 %).

3. Vplyv hnojenia a obrábania pôdy na obsah vápnika v zrne pšenice tvrdej:

Priemerný obsah vápnika v zrne pšenici tvrdej bol $0,038 \%$. Vplyvom hnojenia a obrábania pôdy sa menil v rozpätí od $0,035 \%$ (variant „C“), do $0,039 \%$ (variant „B“). Odroda Istrodur dosiahla priemerný obsah vápnika v zrne pšenice tvrdej $0,038 \%$, odroda Martondur $0,037 \%$.

4. Vplyv hnojenia pôdy na úrodu zrna a odčerpanie vápnika u pšenici tvrdej:

Pšenica tvrdá dosiahla priemernú úrodu zrna $4,46 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Vplyvom hnojenia pôdy sa menila v rozpätí od $4,15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant „A“) do $4,78 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant „B“).

Odroda Istrodur dosiahla priemernú úrodu zrna $4,15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, odroda Martondur $4,76 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, čo je zvýšenie o $0,61 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (+14,7%).

Priemerné množstvo odčerpaného Ca úrodou zrna pšenice tvrdej bolo $1,47 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Vplyvom hnojenia pôdy sa menilo v rozpätí od $1,34 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant „C“) do $1,68 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (variant „B“).

Odroda Istrodur dosiahla priemerné množstvo odčerpaného vápnika úrodou zrna pšenice tvrdej $1,35 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, odroda Martondur $1,58 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, čo predstavuje zvýšenie o $0,23 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (+ 12,44 %).

Zistené výsledky zhodnotenia vplyvu vybraných článkov agrotechniky a ročníka na úrodu pšenice tvrdej, nemôžeme odporúčať pre pestovateľskú prax vo všetkých oblastiach Slovenska. Môže však nájsť uplatnenie v agroekologických podmienkach, ktoré sú podobné podmienkam kukuričnej výrobnnej oblasti.

Základnými faktormi ktoré ovplyvňujú produkciu obilnín, sú poveternostné podmienky a vlastnosti odrody a články agrotechniky. Dôležité je vybrať najvhodnejší spôsob agrotechnickej prípravy pôdy a optimálne dávky hnojív, aby sme získali vyššie úrody a ukazovatele technologickej kvality odrody pri najnižších nákladoch a priemernom ekonomickom zisku.

6. Zoznam použitej literatúry

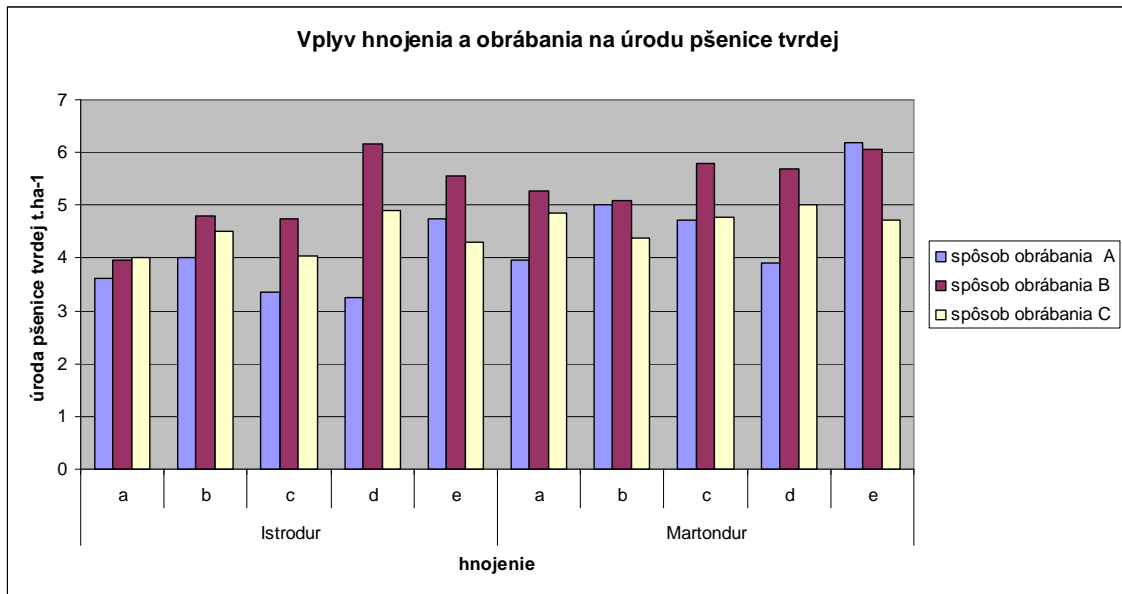
1. BAJČI a i. 1994: Hodnotenie surovín rastlinného pôvodu. Nitra: VŠP – VES, 1994. 244 s., ISBN 80-7137-127-0
2. BARANEC, T. – POLÁČIKOVÁ, M. – KOŠŤÁL, J. 1998. Systematická botanicka. Nitra: SPU, 1998, 183 s. ISBN 80-967111-2-1.
3. BEŽO, M. 1998. Metódy molekulovej biológie, genetiky a biotechnológií v šľachtení pšenice na kvalitu. In: kvalita zrna pšenice: Zborník referátov z 1. vedeckej konferencie. Nitra: SPU, 1998, s. 21- 23. ISBN 89-7137-505-5.
4. BOJŇANSKÁ, T. 1997: Vplyv hnojenia na bielkovinové frakcie zrna ozimnej pšenice odrody Lívia, In Poľnohospodárstvo, roč. 43, 1997, č. 8, s. 594- 603
5. ELIAŠOVÁ, A. 2008. Zhodnotenie vplyvu vybraných článkov agrotechniky na niektoré úrodotvorné prvky a úrody pšenice tvrdej: bakalárska práca. Nitra: SPU, 2008. 37 s.
6. FACENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra: SPU, 2000. s. 453, ISBN 80-7137-775-5
7. GÁLOVÁ, Z. 2001. Molekulárna identifikácia, diferenciacia a charakteristika zrna pšenice a jačmeňa. In: Biotechnologické metódy v šľachtení rastlín: Zborník referátov zo VII. Vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Nitra: SPU, 2001, s. 84-87, ISBN 80-7137-915-8.
8. GÁLOVÁ, Z. – KNOBLOCHOVÁ, H. – GREGÁŇOVÁ, Ž. – STAROVIČOVÁ, M. 2003. Hodnotenie kolerácie zrna novošľachtencov pšenice letnej, z hľadiska bochemických ukazovateľov. In: Hodnotenie genetických zdrojov rastlín: zborník z 3. odborného seminára. Piešťany: VÚRV, 2003, s. 36-38. ISBN 80-88790-27-1
9. HALÁS, L., 2000: Základné hnojenie poľnohospodárskych plodín. In: Naše pole, roč. 4, 2000, č. 10, s. 26-27.
10. HAŠANA, R. 2006: Zásady výživy a hnojenia porastov ozimných obilnín. In: Naše pole, roč. 10, 2006, č. 10, s. 36-37
11. HRAŠKA, Š. 1993. Anatomicko – morfológické predpoklady zvýšenia obsahu bielkovín v zrne pšenice. Piešťany: VURV, 1993. s. 36.
12. KALI, V. – SALZ, D. 1998: Obilniny nehnojíme jenom dusíkom. In: Úroda, roč. 46, 1998, č. 9. s. 15

13. KARABÍNOVÁ, M. 1997: Možnosti racionalizácie pestovateľského systému *Triticum durum* Desf. In: Obilniny, šľachtenie, pestovanie, ekonomika, marketing, využitie a poradenstvo: VÚRV. Piešťany, 1997, s. 1 – 7, ISBN 80-88790-05-0
14. KARABÍNOVÁ, M. – KULÍK, D. – PROCHÁZKOVÁ, M. 1999. Obilniny I. Pestovanie ozimných obilnín. Nitra: ÚVTIP – NOI, 1999, s. 28-32 ISBN 80-85330-63-6
15. KLIMEKOVÁ, M. – LEHOTSKÁ, Z., 2006: Vplyv pozberových zvyškov na úrodu a kvalitatívne parametre zrna pšenice ozimnej. In: Naše pole, roč. 10, 2006, č. 7, s. 38-39
16. KIRSCHNEROVÁ, R. 2007. Nutričná a technologická kvalita zrna troch druhov pšenice: diplomová práca. Nitra: SPU. 2007. 49 s.
17. KOVÁČIK, P. 2009. Technologický význam a požiadavky spracovateľov na kvalitu cestovinárskych surovín: diplomová práca. Nitra: SPU, 2009. 37 s.
18. KULÍK, D. a kol. 2002. Technológia rastlinnej výroby. Nitra: SPU, 2002, s. 249, ISBN 80-8069-089-8
19. LOŽEK, O., 1998: Optimalizácia výživy ozimnej pšenice. Nitra: SPU, 1998, s. 57, ISBN 80-7137-555-1
20. MELICH, M. 2008. Zhodnotenie vplyvu niektorých článkov agrotechniky a ročníka na úrodu pšenice tvrdej: bakalárska práca. Nitra: SPU, 2008. 37 s.
21. MELICH, M. 2009. Zhodnotenie vplyvu niektorých článkov agrotechniky a ročníka na úrodu pšenice tvrdej: bakalárska práca. Nitra: SPU, 2008. 37 s.
22. MICHALÍK, I. 1992. Vplyv agroekologických podmienok na tvorbu bielkovinového komplexu zrna pšenice. In: Rastlinná výroba, roč. 38, 1992, č. 8. s. 643-651
23. MICHALÍK, I. – BRINDZA, J. – ĎURKOVÁ, E. 1989. Genotypové rozdiely v zastúpení frakcií bielkovín v zrne ozimnej pšenice. In: Poľnohospodárstvo (separátny výtlačok). Bratislava: Vydavateľstvo SAV, roč. 35. 1989, č. 6. s. 481-492.
24. MUCHOVÁ, Z. 1998. Aktuálne otázky technologickej kvality zrna potravinárskej pšenice. In: Kvalita zrna pšenice: Zborník referátov z 1. vedeckej konferencie. Nitra: SPU, 1998, s. 38, ISBN 80-7137-505-5.
25. MUCHOVÁ, Z. a i. 1999: Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu. Nitra: SPU, 1999, s. 217, ISBN 80-7137-614-0
26. MUCHOVÁ, Z. 1991. Pšenica ako potravinárska surovina: habilitačná práca. Nitra: VŠP, 1991. 114 s.

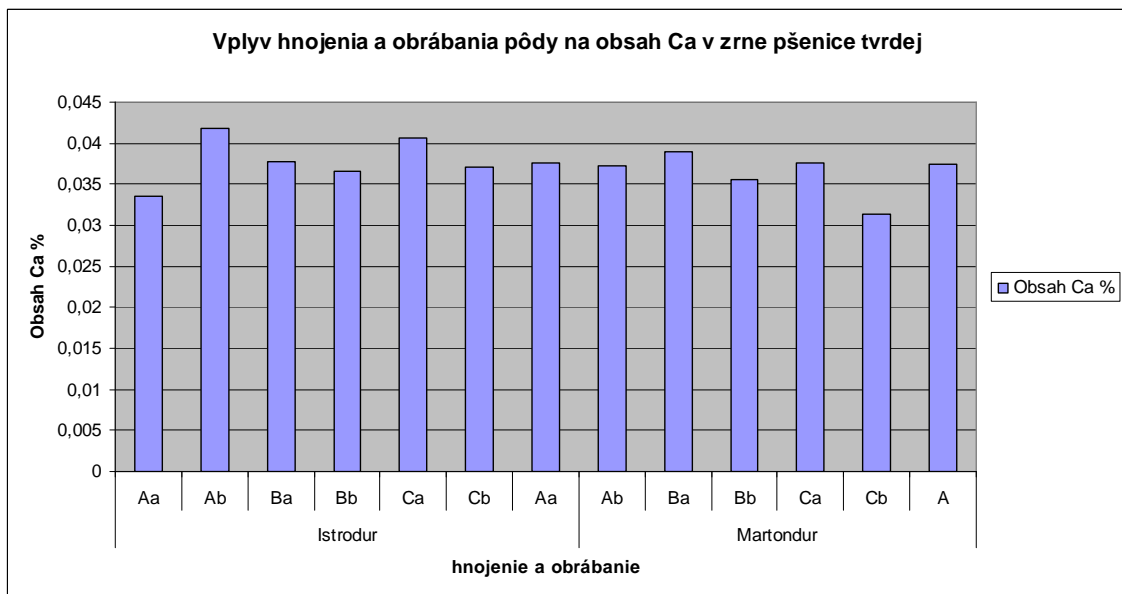
27. MUCHOVÁ, Z., 2001: Faktory ovplyvňujúce technologickú kvalitu pšenice a jej potravinárske využitie. Nitra: SPU, 2001, s. 112, ISBN 80-7137-923-9
28. PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š. 1986. Kvalita pšenice. Bratislava: Príroda, 1986. 220 s. ISBN 64-133-86
29. REPKA, J. – MICHALÍK, I. 1988. Biochemicko-fyziologické základy šľachtenia rastlín, Nitra: VŠP – VES, 1988. 197 s.
30. ŠKERÍK, J. – MICHALOVÁ, A. 2002. Pohánka, špalda a proso v ekologickém zemědělství. In: Poradenské listy svazu pro-bio. Příloha BIO, 2002, č. 6, s. 9.
- ŠPALDON, E. a i. 1982: Rastlinná výroba. Bratislava: Príroda, 1982, s. 58-134 a s. 628
31. TICHÝ, I. 1989. Hodnotenie a využitie rastlinných produktov. Bratislava: Príroda, 1989. 186 s. ISBN 80-07-00193-X
32. URMÍNSKA, D. 1992. Vplyv genotypu a podmienok pestovania na amylolytickú a proteolytickú aktivitu zrna pšenice: kandidátska dizertačná práca. Nitra: VŠP, 1992. 197 s.
33. URMINSKÁ, D. – MICHALÍK, I. 1996. Analýzy štartovacích enzýmov klíčenia zrna pšenice. In: Rastlinná výroba, roč. 42, 1996, č. 3, s. 97-100.
34. VNUK, Ľ. – LOŽEK, O. 1995. Vplyv dusíkatej výživy na produkčný proces ozimnej pšenice. In: Rastlinná výroba, Praha, 1995, s. 517-520, ISSN 0370-633X

Prílohy

Graf 1



Graf 2



Graf 3

