

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE**  
**FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV**  
1127020

**AGROCHEMICKÉ ZHODNOTENIE PÔD A MANAŽMENT**  
**VÝŽIVY A HNOJENIA PŠENICE LETNEJ FORMY OZIMNEJ**  
**V DONA, s. r. o. VEĽKÉ REVIŠŤIA**

**2010**

**Štefan Fedor**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH  
ZDROJOV**

**AGROCHEMICKÉ ZHODNOTENIE PÔD  
A MANAŽMENT VÝŽIVY A HNOJENIA PŠENICE  
LETNEJ FORMY OZIMNEJ V DONA, s. r. o.  
VELKÉ REVIŠTIA  
BAKALÁRSKA PRÁCA**

Študijný program:	Manažment rastlinnej výroby
Študijný odbor:	6.1.5 Rastlinná produkcia
Školiace pracovisko:	Katedra agrochémie a výživy rastlín
Školiteľ:	doc. Ing. Eva Hanáčková, PhD

**Nitra,2010**

**Štefan Fedor**

## **ČESTNÉ VYHLÁSENIE**

Podpísaný Štefan Fedor vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Agrochemické zhodnotenie pôd a manažment výživy a hnojenia pšenice letnej formy ozimnej v DONA s. r. o. Veľké Revištia,, vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre 15. apríla 2010

**Štefan Fedor**

## **POĎAKOVANIE**

Dovoľujem si poďakovať vedúcej bakalárskej práce doc. Ing. Eve Hanáčkovej, PhD, za odborné vedenie a cenné rady, ktoré mi poskytla pri spracovaní mojej bakalárskej práce.

## Abstrakt

V podniku DONA s. r. o. Veľké Revištia sa pšenica letná forma ozimná pestovala v roku 2008 na výmere 956,4 ha. Na základe výsledkov agrochemického skúšania pôd uskutočnených v roku 2004 bola na parcelách kde sa pestovala pšenica letná forma ozimná stanovená v priemere slabo kyslá pôdna reakcia ( $\text{pH} = 5,88$ ), dobrý obsah prístupného fosforu ( $89,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), vyhovujúci obsah prístupného draslíka ( $166,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a vysoký obsah prístupného horčíka ( $297,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Agrochemické vlastnosti pôdy stanovené v rámci XI. cyklu agrochemického skúšania pôd boli vyhodnotené pomocou Reihmovho indexu na jednotlivých parcelách. Stav pôdnej reakcie je stredný a potreba vápnenia je stredná, zásobenosť pôd prístupným fosforom je priaznivá, draslíkom uspokojivá a horčíkom veľmi priaznivá. Priemerná úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej v roku 2008 bola  $4,16 \text{ t.ha}^{-1}$ , pričom najvyššia dosiahnutá úroda bola  $6,37 \text{ t.ha}^{-1}$  a najnižšia  $1,70 \text{ t.ha}^{-1}$ . V hodnotenom poľnohospodárskom podniku sa na hnojenie pšenice letnej formy ozimnej nevyužívali výsledky ASP, rozbor pôdy a rastlín. Dosiahnutá úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej sa získala len na základe aplikácie dusíkatých hnojív v dávke  $86,4 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$ . Preferovanie dusíkatého hnojenia bez adekvátneho hnojenia fosforečnými a draselnými hnojivami nemožno považovať za systémové hnojenie, či výživu rastlín. Hnojenie dusíkom v harmonickom pomere s ostatnými živinami je základom vysokej úrody dobrej kvality. V hodnotenom roku sa pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej dosiahla záporná bilancia živín. Deficit dusíka bol  $-6,93 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ , fosforu  $-16,64 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$  a draslíka  $-55,19 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ .

**Kľúčové slová:** pšenica letná forma ozimná, pôda, hnojenie, bilancia živín

## Abstract

In the company Dona Ltd. Veľké Revištia, the winter wheat was grown on the area of 956,4 ha in 2008. On the basis of result of agrichemical testing, realized in 2004, the low acid soil reaction ( $\text{pH} = 5,88$ ), appropriate content of available phosphorus ( $89,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), appropriate content of available potassium ( $166,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), and high content of available magnesium ( $297,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) were found out on the parcels where the winter wheat was grown. Agrochemical qualities of the soil that are the soil reaction and the content of available nutrients in the soil, found out in XI<sup>th</sup> cycle of agrochemical testing of agricultural soils, were evaluated according to Reihm's index on particular parcels. The state of soil reactions in Dona Ltd. Veľké Revištia, on the bases of Reihm's index, is at medium level and the need of liming in is also at medium level. According to Reihm's index, the soil supply of available phosphorus is favorable, the soil supply of available potassium is satisfactory, and the soil supply of available magnesium is favorable. The average harvest of the winter wheat was  $4,16 \text{ t.ha}^{-1}$  in 2008, to compare, the highest achieved harvest was  $6,37 \text{ t.ha}^{-1}$  and lowest harvest was  $1,70 \text{ t.ha}^{-1}$ . The evaluated company did not use the ATAS results, analysis of soil and nutrients. The achieved harvest of the winter wheat was found out by application of nitrogen fertilizers in amount  $86,4 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$ . Phosphates and potash fertilizers were not applied. Preferring of nitrogen fertilizing without adequate Phosphates and potash fertilizing can't be considered as systematic fertilizing, or nutrition of plants. Fertilizing by nitrogen in appropriate proportion with other nutrients is the basic of rich harvest of good quality. In the evaluated year, there was achieved the negative balance of nutrients with following values:  $-6,93$  for nitrogen,  $-16,64$  for phosphorus and  $-55,19$  for potassium.

**Key words:** the winter wheat, soil, fertilizing, the balance of nutrients

# Obsah

<b>Zoznam skratiek a značiek .....</b>	<b>9</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky .....</b>	<b>12</b>
1.1 Úrodnosť a produkčná schopnosť pôd v SR .....	12
1.2 Výživa rastlín .....	12
1.3 Pôda ako zdroj živín a energie pre rastliny .....	14
1.3.1 Dusík .....	15
1.3.2 Fosfor .....	18
1.3.3 Draslík .....	19
1.3.4 Vápnik .....	21
1.3.5 Horčík .....	22
1.4 Hnojivá ako zdroj živín pre rastliny .....	23
1.5 Pšenica letná forma ozimná .....	26
1.5.1 Agroekologické podmienky pestovania pšenice letnej formy ozimnej .....	26
1.5.2 Zaradenie pšenice v osevnom postupe .....	29
1.5.3 Výživa a hnojenie pšenice .....	29
1.5.3.1 Hnojenie dusíkom .....	31
1.5.3.2 Hnojenie fosforom a draslíkom .....	33
<b>2 Cieľ práce .....</b>	<b>34</b>
<b>3 Materiál a metodika .....</b>	<b>35</b>
3.1 Charakteristika podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia .....	35
3.1.1 Hodnotenie rastlinnej výroby .....	36
3.2 Hodnotenie agrochemických vlastností pôdy .....	36
3.3 Jednoduchá bilancia živín (N, P, K) pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej v zmysle Vyhlášky MP SR uverejnenej v Zb. zákonov č. 338/2005.....	38
<b>4. Výsledky práce .....</b>	<b>40</b>
4.1 Vyhodnotenie agrochemických vlastností pôd .....	40
4.1.1 Vyhodnotenie pôdnej reakcie .....	42
4.1.2 Vyhodnotenie obsahu prístupného fosforu .....	43
4.1.3 Vyhodnotenie obsahu prístupného draslíka .....	44
4.1.4 Vyhodnotenie obsahu prístupného horčíka .....	46
4.2 Vplyv hnojenia na úrodu pšenice letnej formy ozimnej .....	47

4.3 Bilancia živín pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej .....	52
<b>5 Diskusia .....</b>	<b>54</b>
<b>6 Návrh na využitie výsledkov v praxi .....</b>	<b>56</b>
<b>Záver .....</b>	<b>57</b>
<b>Zoznam použitej literatúry .....</b>	<b>59</b>



## Zoznam skratiek a značiek

<b>ASP</b>	agrochemické skúšanie pôd
<b>č. ž.</b>	čisté živiny
<b>EÚ</b>	Európska únia
<b>FAO</b>	Food and agriculture organization
<b>HTZ</b>	hmotnosť tisíc zŕn
<b>MP SR</b>	Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky
<b>N<sub>an</sub></b>	anorganický dusík
<b>NPK</b>	dusík, fosfor, draslík
<b>pH</b>	pôdna reakcia
<b>SAPS</b>	jednotná platba na plochu
<b>SR</b>	Slovenská republika
<b>ŠÚ SR</b>	Štatistický úrad Slovenskej republiky
<b>TTP</b>	trvalé trávne porasty

## Úvod

Obilniny sú najstaršie a najdôležitejšie kultúrne rastliny, ktoré slúžia k výžive ľudstva. V štruktúre rastlinnej výroby majú najvýznamnejšie postavenie na celom svete. Zaberajú vyše 50 % z celkovej výmery ornej pôdy a tým sa umiestňujú na prvom mieste aj z hľadiska významu pre existenciu ľudstva. Medzi hlavné obilniny zaraďujeme pšenicu, ryžu, kukuricu, jačmeň, raž a ovos. Obilniny majú mnohostranné využitie. Zrno tvorí hlavnú zložku ľudskej potravy, využíva sa na kŕmenie hospodárskych zvierat a slúži tiež ako dôležitá surovina potravinárskeho priemyslu. Zo zrna sa okrem múky získava škrob, lieh a niektoré farmaceutické výrobky. Vedľajším produktom pri pestovaní obilnín je slama, ktorá sa využíva ako podstielka a vracia sa do pôdy buď priamo alebo vo forme hospodárskych hnojív.

Najdôležitejšou obilninou vo svete ale aj na Slovensku je pšenica letná forma ozimná, ktorou sa živí viac ako polovica ľudskej populácie. Pestuje sa v rôznych klimatických podmienkach a nadmorských výškach od studených a vlhkých severných oblastí až po tropické oblasti. Je základnou chlebovinou. Jej mlynsko-pekárenskú kvalitu podmieňuje hlavne skladba gliadínových a glutenínových bielkovín, ktoré tvoria tzv. lepok. Pšeničné bielkoviny sú bohaté na aminokyseliny, prolín a kyselinu gluténovú. Ich nevýhodou je nízky obsah lyzínu, treonínu, arginínu a histidínu. Dietetická hodnota pšenice vyplýva najmä z obsahu vlákniny, ktorá znižuje obsah cholesterolu v krvi a podporuje činnosť tráviacej sústavy. Konzumáciou pšenice získava ľudstvo až 21 % energie.

Osevné plochy sa na Slovensku v ostatnom období pohybujú okolo 400 tisíc hektárov s priemernými úrodami od 4,13 do 4,85 t.ha<sup>-1</sup>. V štruktúre osevu zaberá táto plodina 21 až 28 % výmery ornej pôdy.

Pšenica je plodina, ktorej sa venuje relatívne najviac pozornosti pri hnojení a štúdiu podmienok výživy.

Výživa pšenice, ale najmä jej efektívna racionalizácia pri požiadavke zvyšovania úrod ostáva aj naďalej veľmi aktuálnou oblasťou výskumu aj vo vzťahu k ochrane životného prostredia. V pestovateľskej praxi sa stále viac uplatňuje riadená výživa, pri ktorej ponuka živín s regulovaním ich pohybu k aktívnym zónam povrchov koreňov alebo dopĺňovanie cez list v kritických obdobiach ich relatívnej neprítomnosti je dominujúcou funkciou cieľavedomej výživy pšenice.

Podstata výživy rastlín spočíva v prijíme a metabolizme minerálnych látok, čo je dôsledkom výmeny látok a energie medzi organizmom a prostredím. Minerálna výživa zahŕňa príjem látok z vonkajšieho prostredia, ich transport do jednotlivých častí rastliny a metabolizáciu na organické látky nevyhnutné pre tvorbu štruktúr a zabezpečenie fyziologicko-biochemických procesov počas ontogenézy.

Výživa rastlín zahŕňa združený okruh problematiky, ktorá je spojená s recykláciou živín v systéme pôda – rastlina – zvieratá – človek – pôda. Iba komplexné poňatie tejto problematiky a na tomto základe vypracovanie vedeckej sústavy výživy a následne i hnojenia rastlín zabezpečí vysokú efektívnosť intenzifikačných a racionalizačných faktorov rastlinnej výroby.

Súčasnú ekonomickú a ekologickú požiadavku si objektívne vynucujú aplikáciu hnojív na základe poznania prístupných zdrojov živín v pôde a schopnosti porastu živiny prijať a v maximálnej miere ich aj využiť na tvorbu úrody. Konkurenčné prostredie na trhu s poľnohospodárskymi produktmi a uplatnenie diferencovaných cien zvyšujú nároky na kvalitu rastlinnej produkcie z hľadiska výživnej a technologickej kvality, skladovateľnosti, znižovania prítomnosti toxických, prípadne antinutritívnych látok v úrode, ale i zabezpečenie kritérií na ochranu prírodného a životného prostredia.

# **1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky**

## **1.1. Úrodnosť a produkčná schopnosť pôd SR**

Z historického a dobového hľadiska sa úrodnosť pôdy rôzne interpretovala a definovala. Pôdna úrodnosť predstavuje komplex fyzikálnych, chemických a biologických vlastností pôdy, ktoré vytvárajú základné podmienky pre rast rastlín a tvorbu úrod (BUJNOVSKÝ et al., 1998). Uvedené vlastnosti rozdielnou mierou podliehajú sezónnym zmenám v priebehu roka, ako aj zmenám, ktoré predstavujú vývojové trendy v dlhšom časovom období. Členenie funkcií pôdy je predmetom celého radu publikácií.

Pre kvalitatívne hodnotenie úrodnosti pôd navrhuje DŽATKO (1985) používať termín „produkčná schopnosť pôd“. Defínuje ju ako „merateľný stupeň základného atribútu každej pôdnej jednotky prijať, transformovať, akumulovať a odovzdávať potrebné množstvo vody, živín a energie pre rast a produkciu konkrétnych rastlín a ich spoločenstiev“.

V súčasnosti sa používa aj termín „produkčný potenciál pôd“, ktorý DŽATKO (1997) defínuje ako „optimálny možný stupeň produkčnej schopnosti pôd v konkrétnom priestore a predpokladanom čase, ktorý sa prejaví optimálnou produkciou konkrétnej plodiny, resp. kultúry bez vážneho narušenia rovnováhy faktorov a biologickej stability prostredia“.

Moderná interpretácia charakterizuje úrodnosť pôd ako vysokú, alebo nízku potenciálnu schopnosť pôdy zásobovať rastliny dostatočným množstvom vody, kyslíka, tepla a potrebného priestoru pre normálny vývoj podzemnej a nadzemnej časti rastlín (KOVÁČ et al., 2003).

## **1.2. Výživa rastlín**

Výživa rastlín je súborný názov pre všetky výživné látky potrebné pre rast, vývin a zachovanie funkcie živého organizmu. Výživu rastlín je potrebné predovšetkým chápať ako proces príjmu, ktorý zahŕňa nielen procesy translokácie živín ale i asimilácie a využitia biogénnych anorganických chemických prvkov, ktoré predstavujú živiny nevyhnutné pre zabezpečenie životných pochodov rastlinného organizmu, tj. rast, vývin a reprodukciu (MICHALÍK, 2001). Výživa rastlín je v zákone o výžive rastlín z roku 1998 v § 2 definovaná takto: výživa rastlín je súhrn opatrení

optimalizujúcich ich rast a vývoj pre výrobu zdravotne a ekologicky neškodných rastlinných výrobkov.

Významným rysom živých buniek rastlín je prijímať niektoré látky z prostredia a využívať ich v syntéze nových biologicky dôležitých zlúčenín alebo ako energetický zdroj. Zásobovanie a absorpcia prvkov potrebných pre rast a metabolizmus rastlín môžu byť definované ako výživa a chemické zlúčeniny ako živiny. Mechanizmy, pri ktorých sa živiny premieňajú na bunkovú hmotu alebo sú využívané pre energetické účely, sú metabolickými procesmi. Pojem metabolizmus predstavuje rozličné reakcie vyskytujúce sa v živých bunkách k udržaniu života a rastu. Živiny a metabolizmus sú teda vo veľmi úzkom prepojení (BÍZIK et al., 1996).

Pôda ako povrch a časť geosféry plní aj funkciu retenčného priestoru pre vodu (zadržiavanie vody), zabezpečuje vodu pre organizmy a významne ovplyvňuje obeh vody v prírode. Pôda plní významné ekologické funkcie ako sú akumulácia vody a regulovanie povrchového a podpovrchového odtoku, pufrovacia schopnosť, samočistiaca a detoxikačná aktivita v biosfére, ako i funkcia kolobehu látok v prírode (TOMAŠ, HRONEC et al., 2007).

Úrodnosť pôdy a stabilita pôdných vlastností závisí vo veľkej miere od rovnováhy medzi živými a neživými zložkami. Na udržanie pôdnej úrodnosti sa musia živiny odčerpané úrodou vrátiť buď ako hnojivo alebo biologickým rozkladom pôdnej organickej hmoty (HANÁČKOVÁ, 2002).

Filozofia trvalo udržateľného poľnohospodárstva predstavuje určitý koncept, ktorý vymedzuje pôsobenie pestovateľa v agroekosystéme. Cieľom udržateľného využívania pôdy a krajiny je udržovanie produktivity a v konečnom dôsledku prináša zisk (ROVIRA, 1995), alebo jednoducho udržanie životných podmienok človeka a ochrana krajiny (DORAN et al. 1998). Základom úspechu trvalo udržateľného poľnohospodárstva je uplatňovanie pôdno-ekologických zásad pri realizovaní trvalo udržateľných systémov v regióne a správna agronomická prax, počnúc pôdoochranným obrábaním pôdy, striedaním plodín, pestovaním medziplodín na zelené hnojenie, pravidelným vápnením a obmedzením erózných vplyvov a strát živín vymývaním (HANÁČKOVÁ, 2004).

### 1.3 Pôda ako zdroj živín a energie pre rastliny

Pôdu chápeme ako živý a neustále sa vyvíjajúci trojrozmerný prírodno-historický útvar, ktorý vznikol vplyvom pôsobenia a na kontakte atmosféry, biosféry, hydrosféry a litosféry. Pôda je prírodný útvar, ktorý sa vyvíja v dôsledku zložitého a komplexného pôsobenia vonkajších (exogénnych) činiteľov na materskú horninu (endogénny činiteľ) a vyznačuje sa úrodnosťou. Pôda sa stala spojovacím článkom medzi minerálnou (mŕtvou) a organickou (živou) prírodou. V dôsledku toho existuje veľmi úzka vzájomná závislosť medzi vznikom pôdy a živými organizmami, predovšetkým vyššími rastlinami a mikroorganizmami, ktoré sa zúčastňujú rôznych premien povrchových zvetralín zemskej kôry a zároveň ich obohacujú o organické a minerálne látky. Mineralizačné procesy sú základným mechanizmom sprístupňovania živín pre rastliny, ale aj procesom, prostredníctvom ktorého dochádza k resyntéze humusu (HANÁČKOVÁ, 2002).

V praktickej výžive rastlín je dôležité zabezpečiť efektívnu a biologicky čo najracionálnejšiu aplikáciu živín pri zohľadnení druhových požiadaviek na dávku živín a termín aplikácie v záujme zabezpečenia maximálnej produktivity rastlín a rentability výroby poľnohospodárskych produktov (MICHALÍK, 2001).

Pôda je heterogénny materiál skladajúci sa v podstate z troch hlavných zložiek: Tuhej fázy, kvapalnej fázy a plynnej fázy. Všetky tri špecificky vplyvajú na zásobovanie koreňov živinami. Tuhá fáza sa pokladá za hlavnú zásobáreň živín. Anorganické častice tuhej fázy obsahujú živiny K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, ktoré z hľadiska väzby vystupujú ako kationy, kým v organickom podiele tuhej fázy je viazaný najmä N a v menšej miere P a S. Kvapalná fáza pôdy, pôdny roztok, plní funkciu nosného média pre transport živín v pôde. Tento sa realizuje hlavne v iónovej forme. V pôdnom roztoku sú rozpustené aj plyny O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub>. Plyná fáza pôdy sprostredkováva výmenu plynov medzi živými organizmami v pôde (rastlinné korene, baktérie, huby, vyššie organizmy) a atmosférou. Ide o zásobovanie živín pôdnymi organizmami s O<sub>2</sub> a odstraňovanie CO<sub>2</sub>, ktorý je produkovaný pri dýchacích a rozkladných procesoch v pôdnom prostredí. Živiny v jednotlivých fázach sú v úzkom vzájomnom prepojení (BÍZIK et al., 1996).

Biologické, chemické a fyzikálne procesy prebiehajúce ako vo vnútri fáz, tak aj medzi nimi ovplyvňujú mieru využívania živín z pôdy na tvorbu úrody, vplyvajú na tvorbu zlúčenín pôsobiacich na vitalitu rastlín a ovplyvňujú stratu živín z pôdy (KOVÁČIK, 2001).

### 1.3.1 Dusík

Obsah a kvalita dusíka v pôde je výsledkom jej historického vývoja formovaného prírodnými pôdotvornými faktormi a viac alebo menej aj pôsobením človeka. Prakticky žiadny pôdotvorný substrát neobsahuje také množstvo dusíka, ktoré by mohlo ovplyvniť obsah a kvalitu dusíka v pôde na ňom vzniknutej. Dusík je preto v pôde produktom obohacovania a to predovšetkým z atmosféry, činnosťou mikroorganizmov a človeka (BIELEK, 1998).

Celkový obsah dusíka v ornici sa pohybuje v rozpätí od 0,05 do 0,55 %, pričom priemerné hodnoty celkového dusíka v reprezentatívnych pôdnych typoch v SR sa pohybujú od 0,11 do 0,23 %. Najväčšie zásoby dusíka sa viažu v lužných pôdach, menej sa ho nachádza v černozeiach a relatívne najmenej v hnedozemiach a luvizemiach. Z profilového rozloženia obsahu dusíka vyplýva obyčajne veľmi výrazný rozdiel medzi humusovým horizontom a nižšie uloženými vrstvami pôdy. Najviac dusíka sa sústreďuje v každej pôde v ornici (FECENKO a LOŽEK, 2000).

Z hľadiska vytvárania pôdnych podmienok pre trvalo udržateľné poľnohospodárstvo, ale aj z aspektu dosahovania požadovaných úrod je dôležité zvyšovať obsah celkového dusíka v pôde, pretože jeho dominantná forma - organický dusík, je zdrojom anorganického dusíka, ktorý zohráva kľúčový význam pri výžive rastlín. Rozhodujúcim faktorom anorganického dusíka v pôde nie sú minerály, ale organická hmota obsahujúca dusík (KOVÁČIK, 2005). Organický dusík participuje na hladine celkového dusíka 95-99 %, zvyšok pripadá na anorganický dusík (FECENKO a LOŽEK, 2000).

**Kolobeh dusíka** v prírode bez zásahov človeka je pomerne jednoduchý. Pozostáva z viazania molekulového dusíka z atmosféry do organických a anorganických väzieb a zo spätného uvoľňovania z týchto väzieb do atmosféry (LOŽEK et al., 1998). Procesy viazania a uvoľňovania dusíka v jeho kolobehu sú charakterizované celým radom mechanizmov, podmienených činnosťou mikroorganizmov. Rozdeľujeme ich do troch hlavných skupín:

- syntetické procesy, ktorými vznikajú organické dusíkaté látky (viazanie atmosférického dusíka, biologická sorpcia dusíka),
- rozkladné procesy, ktorými sa uskutočňuje mineralizácia organických dusíkatých látok (amonizácia),
- premeny minerálnych zlúčenín dusíka (nitrifikácie, denitrifikácia).

### **Viazanie vzdušného dusíka**

Asymbiotické viazanie vzdušného dusíka uskutočňujú voľne žijúce heterotrofné baktérie a autotrofné sinice, medzi ktorými majú najväčší význam rody *Azotobacter*, *Clostridium*, *Anabaena* a *Nostoc*.

Symbiotické viazanie vzdušného dusíka uskutočňuje celý rad nitrogénnych mikroorganizmov, medzi ktorými je najvýznamnejšia nodulujúca symbióza – spolužitie hrčkotvorných baktérii rodu *Rhizobium* s koreňmi rastlín, najmä z čeľade Fabaceae. Je to najrozšírenejšia a najúčinnnejšia forma viazania vzdušného dusíka. Pod dobre vyvinutým a zdravým porastom bôbových rastlín je to množstvo, ktoré odčerpá priemerná úroda (LOŽEK et al., 1998).

Vo vyhláške MP SR zo 6. júla 2005 uverejnenej v Zbierke zákonov č. 338/2005 sa uvádza, že vstup dusíka biologickou fixáciou pri pestovaní d'atelinovín (d'atelina, lucerna) je  $240 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ , pri strukovinách  $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$  a pri d'atelinotravných, lucernotravných a strukovinoobilných miešankách je vstup dusíka  $25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

### **Mineralizácia**

Organický dusík v pôde je tvorený rastlinnými a živočíšnymi zvyškami, biomasou mikroorganizmov, produktmi biologických a chemických premien organických dusíkatých látok a najmä humusom. Asi 24 – 50 % organického dusíka tvoria proteíny a polypeptidy, 3 – 10 % nukleové kyseliny, 5 – 10 % aminosacharidy a asi 50 % tzv. neidentifikovateľné organické humusové látky (DOMMERGUS a MANGENOT, 1970). Spoločným znakom týchto chemicky rôznorodých látok je, že dusík v nich viazaný rastliny nevedia využiť. Pôsobením rôznych skupín heterotrofných organizmov sa tieto látky rozkladajú a dusík pôvodne viazaný organicky sa premieňa na minerálnu formu, prístupnú rastlinám, mobilizuje sa. Pojem dostupnosti a mobilizácie dusíka je teda nerozlučne spätý s procesmi mineralizácie (HANÁČKOVÁ, 2002).

Organická hmota pôdy je dôležitou zásobárňou dusíka pre výživu rastlín, a preto zachovanie jej stabilnej úrovne je jedným z hlavných problémov súčasného poľnohospodárstva (LOŽEK et al., 1998).

Odumreté zvyšky rastlín sú najvýdatnejším a rozhodujúcim zdrojom organickej hmoty, ktorá sa dostáva do pôdy vo forme koreňov a nadzemného odpadu. Množstvo odpadu a koreňov v rozličnej hĺbke pôdneho profilu značne kolíše. Závisí od typu rastlinného spoločenstva a jeho pôdno-klimatických podmienok (ŠIMANSKÝ, 2006)

Zásoba organickej hmoty a rýchlosť jej mineralizácie v značnej miere poukazuje na pôdnu úrodnosť. Rýchlosť mineralizácie a uvoľňovania dusíka závisí od pomeru



C : N rozkladajúceho sa materiálu. Ak je tento pomer širší ako 20, amoniak sa neuvolňuje do prostredia a nehromadí, pretože ho mikroflóra zúčastnená na rozklade bezprostredne využíva na biosyntézu vlastnej plazmy (LOŽEK et al., 1998).

BIELEK (1998) uvádza, že priemerný hektár poľnohospodárskych pôd, bez hnojenia dusíkom, za vegetačné obdobie zmineralizuje asi  $162 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ , čo v prepočte na celkovú výmeru pôd Slovenska predstavuje 375,8 tisíc ton dusíka. ŠÚ SR uvádza celkovú spotrebu dusíkatých hnojív 81 345 ton, čo znamená, že mineralizáciou organických látok sa získa 4,6 – krát viac dusíka, ako je množstvo dusíka aplikovaného v minerálnych hnojivách (HANÁČKOVÁ, 2004).

### **Nitrifikácia**

Nitrifikácia predstavuje súbor procesov, ktorými sa redukované formy dusíka menia na oxidované, v konečnom dôsledku až na dusičnany. Môže mať autotrofný alebo heterotrofný charakter, pričom o priebehu tohto procesu rozhoduje zdroj uhlíka a energie pre príslušné mikroorganizmy, ako aj zdroj dusíka pre oxidáciu (LOŽEK et al., 1998).

Bielik (1998) uvádza, že priemerný hektár poľnohospodárskych pôd (nehnojený dusíkom) priemerne znitrifikuje  $42,7 \text{ kg N-NO}_3^-$  za vegetačné obdobie. Preukazne stimulujúci účinok na nitrifikačné aktivity má hnojenie dusíkom. V kvalitných pôdach sa nielenže kompletne nitrifikuje pridané hnojivo, ale dokonca sa intenzívnejšie nitrifikujú aj pôdne zdroje minerálneho dusíka.

Aj keď sa dusičnany dominantne spotrebúvajú pri tvorbe fytohmoty rastlín, nie je vylúčený ani ich transport do vodných zdrojov najmä vtedy, ak sa nesprávne používajú minerálne dusíkaté hnojivá, resp. pri ekologicky neakceptovateľnej aplikácii hospodárskych hnojív.

Nitrifikácia má veľký ekologický význam. Dusičnany sa v pôde neviažu na pôdny sorpčný komplex, sú dobre rozpustné vo vode. V pôde sa pohybujú jednak s pôdnou vodou (roztokom), jednak dobre difundujú v pôde kde voda neprúdi. Pohyb dusičnanov v pôdnom profile má veľký význam pre dobré zásobovanie koreňov rastlín dusíkom aj keď metabolické využitie dusičnanov v rastline je energeticky oveľa menej vhodné ako využitie amónnych iónov. Ak je v pôde väčšie množstvo dusičnanov ako môžu rastliny prijať, dostavuje sa ich mnohostranný negatívny účinok: znižuje sa agronomická a ekonomická efektívnosť využitia dusíka (vyplavením, splavením, denitrifikáciou), zhoršujú sa pôdne vlastnosti (acidifikácia, úbytok humusu zvýšenou mineralizáciou)

a zhoršujú sa niektoré zložky životného prostredia (LOŽEK et al., 1998).

BIELEK (1998) konštatuje, že podmienkou k riešeniu trvalej udržateľnosti pôsobenia dusíka v našich pôdach je zachovanie obsahu a kvality dusíka takým spôsobom hospodárenia, ktorý zabezpečí vyrovnanú bilanciu dusíka v realizovaných sústavách hospodárenia. Súčasťou tohto úsilia je dosiahnuť aspoň jednoduchú reprodukciu obsahu pôdnej organickej hmoty a zabrániť vzniku reziduálneho dusíka, ktorý sa transformuje na dusičnany a spôsobuje negatívne ekologické následky.

### 1.3.2 Fosfor

Obsah celkového fosforu v pôde sa pohybuje v rozpätí 0,03 – 0,1 %. Priemerný obsah celkového fosforu v našich pôdach dosahuje 0,07 %. Celkový obsah fosforu v pôde závisí od zloženia materskej horniny, druhu pôdy a obsahu organických látok v pôde (FECENKO a LOŽEK, 2000).

Fosfor sa v pôde vyskytuje v dvoch základných formách, ako anorganický a organický. Podiel týchto dvoch zložiek neustále kolíše a je podmienený životnou činnosťou rastliny a mikroorganizmov, pri ktorej sa fosfor po prijatí rastlinou zabuduje do organických zložiek a tiež sa z nich uvoľňuje. Organický fosfor prevláda v pôdach s vysokým obsahom organických látok. Najčastejšie sú to stredné a ťažké pôdy. Zastúpenie organického fosforu v pôde je rôzne a jeho podiel sa pohybuje v rozmedzí 2 – 75 %.

Anorganický fosfor sa nachádza v zlúčeninách rozdielnej rozpustnosti. Pôvodným zdrojom fosforu sú zlúčeniny apatitu, ktorý sa veľmi ťažko rozkladá a je ho možné zistiť aj v pôdach veľmi zvetralých. Apatity sú veľmi stabilné zlúčeniny fosforu, ktoré do rozpustnejších foriem prechádzajú len pôsobením silných kyselín. Preto sú rastlinám málo prístupné.

Zriedkavejšie sa fosfor vyskytuje vo forme dihydrogenfosforečnanov vápenatých, horečnatých, draselných a sodných, ktoré sú z hľadiska prístupnosti pre rastliny najdôležitejšie. Fosfor sa v pôde nachádza aj vo forme dihydrogenfosforečnanov vápenatých a horečnatých, ktoré sú rozpustné v slabých organických kyselinách a vo forme fosforečnanov železitých a hlinitých, ktoré sa vyskytujú najčastejšie v kyslých pôdach. Podiel anorganického fosforu je od 25% do 98% (ŠOLTYSOVÁ, 2007).

Obsah vodorozpustných zlúčenín fosforu vyskytujúcich sa vo forme  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  sa pohybuje v desatinách  $\text{mg.kg}^{-1}$  P. Pre ťažšie pôdy je dostačujúca koncentrácia 0,1  $\text{mg.kg}^{-1}$  P, pre ľahšie pôdy je potrebné väčšie množstvo (0,2  $\text{mg.kg}^{-1}$  P). Chemizmus väčšiny pôd nedovoľuje dlhodobo dosahovať vyššiu koncentráciu fosforu v pôdnom roztoku aj po aplikácii vysokých dávok fosforečných hnojív s vodorozpustnou formou fosforu ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Príčinou je chemická sorpcia, počas ktorej dochádza k reakcii dihydrogenfosforečnanov s viacmocnými kationmi. V kyslých pôdach ide o väzbu hliník a železo, v neutrálnych a alkalických ide o reakciu s vápnikom. Vzniknuté zrazeniny starnutím podliehajú rekryštalizácii a uvoľniteľnosť fosforu sa naďalej znižuje. Hovoríme o fixácii fosforu.

Organický fosfor tvorí integrálnu súčasť pôdnej organickej hmoty. Je súčasťou humusu, mikroorganizmov a odumretých rastlinných a živočíšnych tel. Z toho dôvodu sa viac fosforu nachádza v orničnom ako podorničnom horizonte. Podiel organického fosforu tvorí dôležitú rezervu, z ktorej sa fosfor v dôsledku činnosti mikroorganizmov premieňa na minerálny fosfor. Rýchlosť premeny závisí od teploty a najmä vlhkosti pôdy, od biologickej aktivity pôdy a prítomnosti ostatných živín (FECENKO a LOŽEK, 2000; KOVÁČIK, 2005).

Pohyblivosť fosforu v pôde je relatívne malá a predstavuje migráciu do vzdialenosti 20 – 30 mm od miesta zapracovania hnojiva do pôdy, preto sú straty fosforu z pôdy vyplavením minimálne a len ojedinele prekročia 2  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$  P. Straty eróziou oscilujú v intervale 1 – 5  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ . Efektívne straty (odbery úrodou) dosahujú na ornej pôde úroveň 18 – 22  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$  P a na poľnohospodárskej pôde 10 – 16  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$  P (KOVÁČIK, 2005).

### 1.3.3 Draslík

Zemská kôra obsahuje približne 2,3 % draslíka. V pôde sa obsah celkového draslíka nachádza v pomerne širokom rozpätí od 0,1 do 4 % (najčastejšie 0,8 až 3,2), pričom na ľahších pôdach je jeho obsah nižší a naopak na pôdach ťažších, s vysokým obsahom ílu môže dosahovať až 4 % (BÍZIK et al., 1996; KOVÁČIK, 2001; FECENKO a LOŽEK, 2000).

MATULA (1998) konštatuje, že prirodzeným zdrojom draslíka pre rastliny sú procesy zvetrávania minerálov s vyšším obsahom draslíka. Pôdy s vysokým stupňom

zvetrávania a nízkou sorpčnou schopnosťou sú na jeho obsah chudobné v dôsledku straty vyplavením.

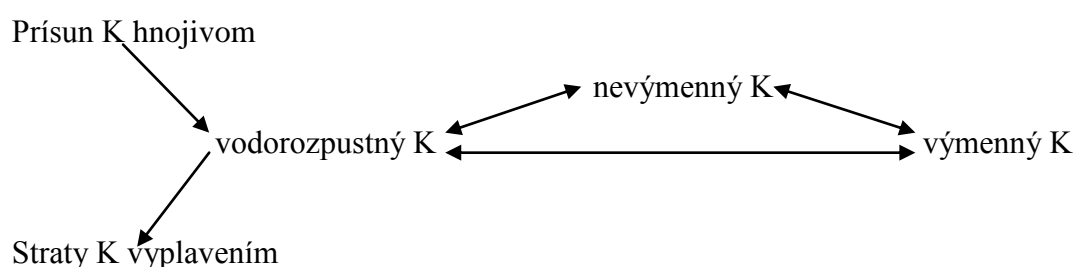
Obsah celkového draslíka v pôde je tvorený hlavne draslíkom anorganickým a iba minimálny podiel pripadá na draslík organický, ktorý je biologicky sorbovaný v pozberových zvyškoch a v pôdnej mikroflóre. Celkový draslík sa podľa druhu väzby delí na vodorozpustný, výmenný a nevýmenný (BÍZIK et al., 1996)

Vodorozpustný a výmenný draslík tvoria tzv. prístupný draslík. Vodorozpustný draslík je okamžite prístupný pre rastliny. Vzhľadom na rýchlu iónovú výmenu a ustáľovanie rovnováhy medzi vodorozpustným a výmenným draslíkom podlieha množstvo vodorozpustného draslíka rýchlej zmene. Hodnoty uvádzané v literatúre sa pohybujú od 1- 280 mg. kg<sup>-1</sup> pôdy (TORMA, 1994)

TEREN (2002) uvádza, že výmenný draslík z pohľadu výživy rastlín má najväčší význam. Predstavuje draselné kationy fyzikálne a chemicky viazané na povrchu koloidov, odkiaľ môžu byť vytesnené kationmi niektorých solí nachádzajúcich sa v pôdnom roztoku. Výmenný a vodorozpustný draslík v pôde sa nachádza v dynamickej rovnováhe.

Nevýmenný draslík je súčasťou kryštálovej mriežky minerálov, napr. slúd, živcov. Tvorí 95% celkového obsahu draslíka v pôde. Podiel draselných minerálov na výžive rastlín je veľmi malý, neprevyšuje 2% (MATULA, 1998).

Všetky tieto formy draslíka sú v určitej rovnováhe a ako znázorňuje schéma, úbytok draslíka z jednej formy sa postupne nahrádza z inej.



**Obr. 1 Kolobeh draslíka (BÍZIK et al., 1996)**

Vysokými dávkami draselných hnojív v minulosti boli dosiahnuté vysoké zásoby draslíka v pôdach Slovenska. Vďaka týmto dávkam sú rastliny schopné využívať pôdny draslík dodnes. Napriek drastickému zníženiu spotreby draselných hnojív. Do pôdy sa aplikuje podstatne menej draslíka, ako sa z pôdy odoberá pestovanými plodinami.

Finančné vyjadrenie strát draslíka z pôdy spôsobených na jednej strane odberom draslíka z pôdy, na druhej strane poklesom úrod pestovaných plodín, predstavuje viac ako 1,2 mld korún ročne. V súčasnosti sa však hnojenie draslíkom nachádza prakticky na nule, čo má za následok znižovanie zásob tejto živiny v pôdach. Výsledkom je vysoko negatívna bilancia draslíka a to vedie k postupnému zhoršovaniu pôdnej úrodnosti. (TORMA, 2001)

#### 1.3.4 Vápnik

Vápnik má špecifické postavenie medzi hlavnými živinami. Spočíva v tom, že v poľnej výrobe sa vápnikom ovplyvňuje stav pôdy, jej fyzikálne a chemické vlastnosti, ktoré majú úzky vzťah k pôdnej úrodnosti. Až sekundárne uvažujeme o vápniku ako o živine (HANÁČKOVÁ, 2002).

Vápnik v pôdach sa nachádza ako dvojmocný kation pôdneho roztoku alebo viazaný na sorpčný komplex. Okrem toho sa nachádza v primárnych a sekundárnych mineráloch obsahujúcich vápnik. Celkový obsah vápnika v pôdach sa pohybuje v značnom rozpätí, v závislosti od pôdneho typu od 0,15 do 6 i viac %. Podstatná časť vápnika sa nachádza v pôdach vo forme vo vode nerozpustných zlúčenín.

K mobilným frakciám vápnika v pôde počítame vápnik výmenný a vodorozpustný. Výmenného vápnika v pôde je rozdielne množstvo v závislosti od pôdneho typu, prípadne od obsahu uhličitanov. Obsah vodorozpustného vápnika je 1 až 5 % z obsahu výmenného Ca a v jednom litri pôdneho roztoku sa pohybuje od 10 do 200 mg Ca. Pomerne ľahko sa uvoľňuje z uhličitanu vápenatého, rozpustnosť stúpa s obsahom CO<sub>2</sub> v pôde, pričom prechádza v ľahko rozpustný hydrogénuhličitan vápenatý (FECENKO a LOŽEK, 2000; BÍZIK et al., 1996).



ŠOLTYSOVÁ (2007) konštatuje, že 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. Vápnikom sa neutralizujú pôdne anorganické a organické kyseliny, ako aj vodík sorpčného komplexu. Udržiava sa tým priaznivá koncentrácia vodíkových iónov a priaznivá pôdna reakcia pre kultúrne rastliny a pôdnu mikroflóru. Vápnik ovplyvňuje

prístupnosť makro a mikroelementov v pôde, čo sa prejavuje na produkcii poľných plodín. Neutralizáciou pôdnej kyslosti vápnik pôsobí na inhibíciu príjmu ťažkých kovov.

Vzhľadom na významný a mnohoraký vplyv vápnika na vlastnosti pôd možno vápnik a vápenaté hnojivá považovať za hnojivá udržujúce pôdy v priaznivých fyzikálno-chemických a biologických vlastnostiach, i keď vápnik je aj nevyhnutnou živinou rastlín. Z toho pohľadu možno nazvať vápnik motorom pôdnej úrodnosti a ochrancom životného prostredia (FECENKO a LOŽEK, 2000).

### **1.3.5 Horčík**

Celková zásoba horčíka v zemskej kôre je viac ako 1 %. Horčík sa vyskytuje vo viac ako sto mineráloch. Je súčasťou najmä kremičitanov, uhličitanov, síranov a chloridov. Aj keď sa horčík vyskytuje v rozličných formách, len jeho malá časť sa nachádza vo forme prístupnej pre rastliny (ŠOLTYSOVÁ, 1997).

Podľa foriem, ktorých sa horčík v pôde vyskytuje, možno ho rozdeliť na celkový, výmenný, vodorozpustný a organicky viazaný horčík (BÍZIK et al., 1996).

Z hľadiska výživy rastlín má význam horčík v prístupnej forme, teda výmenný a vodorozpustný horčík. Vo výmennej forme je horčík viazaný na pôdny sorpčný komplex. Podiel výmenného horčíka je 5 – 10 % z celkového obsahu horčíka v pôde, pričom jeho obsah závisí od typu pôdy, pôdnej reakcie, štruktúry pôdy, sorpčnej kapacity, štruktúry sorpčného komplexu, obsahu organických látok, meteorologických podmienok a iných faktorov.

Vodorozpustný horčík je horčík uvoľnený z anorganických častí pôdy a horčík uvoľnený rozložením zvyškov rastlín a živočíchov vo forme síranov, chloridov a čiastočne uhličitanov. Horčík vo forme vodorozpustných solí je zložkou pôdneho roztoku. Množstvo vodorozpustného horčíka závisí od obsahu výmenného horčíka v pôde, obsahu vody v pôde, koncentrácie iných katiónov, typu ílových minerálov v pôde a pod.

Organicky horčík je horčík viazaný pôdnymi mikroorganizmami. Nachádza sa v pozberových zvyškoch, organických hnojivách a iných organických látkach. Do formy prístupnej pre rastliny sa dostáva až po ich odumretí a rozložení. Podiel organicky viazaného horčíka na piesočnatých pôdach je 1 – 2 % z celkového obsahu horčíka v pôde (ŠOLTYSOVÁ, 2007).

Väčšina poľnohospodárskych pôd v SR je dostatočne zásobená horčíkom a to vďaka prírodným zásobám tejto živiny v pôdotvorných substrátoch Karpatského oblúka a Podunajskej nížiny (KOTVAS et al., 2000).

## 1.4 Hnojivá ako zdroj živín pre rastliny

Rastliny na vytvorenie úrod určitej kvality potrebujú prijať určité množstvo živín v pomere charakteristickom pre príslušný rastlinný druh. Živiny odobraté úrodami, prípadne živiny vyplavené z pôd, znamenajú straty pre pôdu ako biologický systém. Hnojením sa uvedený nedostatok živín z pôdy kompenzuje (FECENKO a LOŽEK, 2000).

**Tab. 1**

### Vývoj spotreby priemyselných hnojív v SR v jednotlivých živinách (ŠÚ SR)

ROK	NPK	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NPK	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	kg.ha <sup>-1</sup> p. p.				kg.ha <sup>-1</sup> o. p.			
1990	239,7	91,6	69,0	79,1	400,8	153,1	115,5	132,2
1991	123,1	62,8	30,7	29,6	-	-	-	-
1992	63,9	39,5	12,6	11,8	-	-	-	-
1993	41,6	28,4	7,2	6,0	60,9	41,6	10,5	8,8
1994	43,5	30,1	7,3	6,1	69,1	47,8	11,6	9,7
1995	45,0	30,6	7,8	6,6	72,4	49,2	12,4	10,8
1996	48,9	32,8	8,8	7,3	78,2	52,4	14,1	11,7
1997	57,0	37,7	10,5	8,8	91,1	60,3	16,8	14,0
1998	55,9	38,3	9,6	8,0	81,8	56,1	14,0	11,7
1999	40,1	29,5	5,9	4,7	65,8	48,3	9,7	7,8
2000	46,6	33,4	7,3	5,9	83,1	59,6	12,9	10,6
2001	51,5	35,2	8,2	8,2	91,1	62,3	14,4	14,4
2002	58,6	41,6	8,7	8,3	92,6	65,7	13,8	13,1
2003	55,2	38,3	8,4	8,5	87,2	60,5	13,2	13,5
2004	61,4	44,0	8,9	8,5	86,0	61,6	12,5	11,9
2005	64,9	45,3	10,0	9,6	90,9	63,4	14,1	13,4
2006	62,2	43,7	9,4	9,1	88,2	62,0	13,3	13,0
2007	70,1	49,3	11,1	9,7	99,0	69,6	15,7	13,7
2008	67,9	48,1	10,1	9,7	96,9	68,7	14,4	13,8

Sústava hnojenia je už od roku 1992 poznačená prepacom spotreby priemyselných hnojív spôsobeným prudkým nárastom ich cien ako aj iných vstupov do poľnohospodárskej výroby. Ak sa v roku 1990 priemerne ročne na 1 ha ornej pôdy aplikovalo 153,1 kg.ha<sup>-1</sup> N, 115,5 kg.ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 132,2 kg.ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, v roku 1993 to bolo len 41,6 kg.ha<sup>-1</sup> N, 10,5 kg.ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 8,8 kg.ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. V roku 2007 úroveň spotreby

priemyselných hnojív na ornej pôde v SR predstavovala len 24,7 % z úrovne hnojenia v roku 1990, pričom spotreba dusíka bola  $69,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  N, fosforu  $15,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$  a draslíka  $13,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$  (tab. 1).

Podobne zaznamenávame aj pokles spotreby hospodárskych hnojív. Súčasná produkcia hospodárskych hnojív odráža stavy zvierat v chovoch živočíšnej výroby. Existuje priama príčinná väzba medzi hustotou hospodárskych zvierat a produkciou hospodárskych hnojív, ktorá býva počítaná na základe dobytčích jednotiek. V roku 1990 pripadalo na 1 ha p. p. 0,82 VDJ, avšak v roku 1995 to bolo len 0,55 VHJ, v roku 2005 0,45 VDJ (KOVÁČIK, 2007). Na 1 ha poľnohospodárskej pôdy sa v roku 1990 vyprodukovalo asi 14 t hospodárskych hnojív, v roku 1995 to bolo len  $6,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Spotreba maštalného hnoja sa v roku 2008 znížila v porovnaní s rokom 1996 2,3-krát, t. j. z hodnoty  $5,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  na  $2,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (tab. 2).

**Tab. 2**

**Priemerná spotreba maštalného hnoja na Slovensku v  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  poľnohospodárskej pôdy v rokoch 1996 - 2008 (ŠÚ SR)**

Roky	Spotreba MH ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	Prísun živín maštalným hnojom ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ poľ. pôdy)			
		N	P	K	NPK
1996	5,3	23,9	4,7	26,4	55,0
1997	3,3	14,9	2,9	16,4	34,2
1998	3,5	15,8	3,1	17,4	36,3
1999	3,1	14,0	2,7	15,4	32,1
2000	3,2	14,4	2,8	15,9	33,1
2001	3,5	15,8	3,1	17,4	36,3
2002	2,7	12,2	2,4	13,4	28,0
2003	2,7	12,2	2,4	13,4	28,0
2004	2,4	10,8	2,1	12,0	24,9
2005	2,6	11,7	2,3	12,9	26,9
2006	2,8	12,6	2,5	13,9	29,0
2007	2,8	12,6	2,5	13,9	29,0
2008	2,3	10,3	2,0	11,5	23,8

Dlhodobó stagnujúce agrochemické vstupy vo forme priemyselných a hospodárskych hnojív a vápenatých hmôt vedú k znižovaniu obsahu prístupných živín v pôde. Dokazujú to aj výsledky XI. cyklu ASP rokov 2000 - 2005. Systematické hnojenie fosforom je potrebné už na 2/3 výmery ornej pôdy. Obsah prístupného draslíka v pôde je v porovnaní s fosforom priaznivejší, čo je dané jednak prítomnosťou prirodzených zdrojov draslíka v pôde, ale najmä v dôsledku intenzívneho hnojenia



draselnými hnojivami v minulosti. Percentuálne zastúpenie orných pôd s nízkym a vyhovujúcim obsahom K je na úrovni 47 % sledovaného územia.

Úroveň hnojenia a dopad na úrody pestovaných plodín spracoval KOVÁČIK (2007). Uvádza, že v podmienkach Slovenska sa hnojivá na realizácii genetického potenciálu rastlín v priemere podieľajú cca 25% (na chudobnejších pôdach i vyšším podielom).

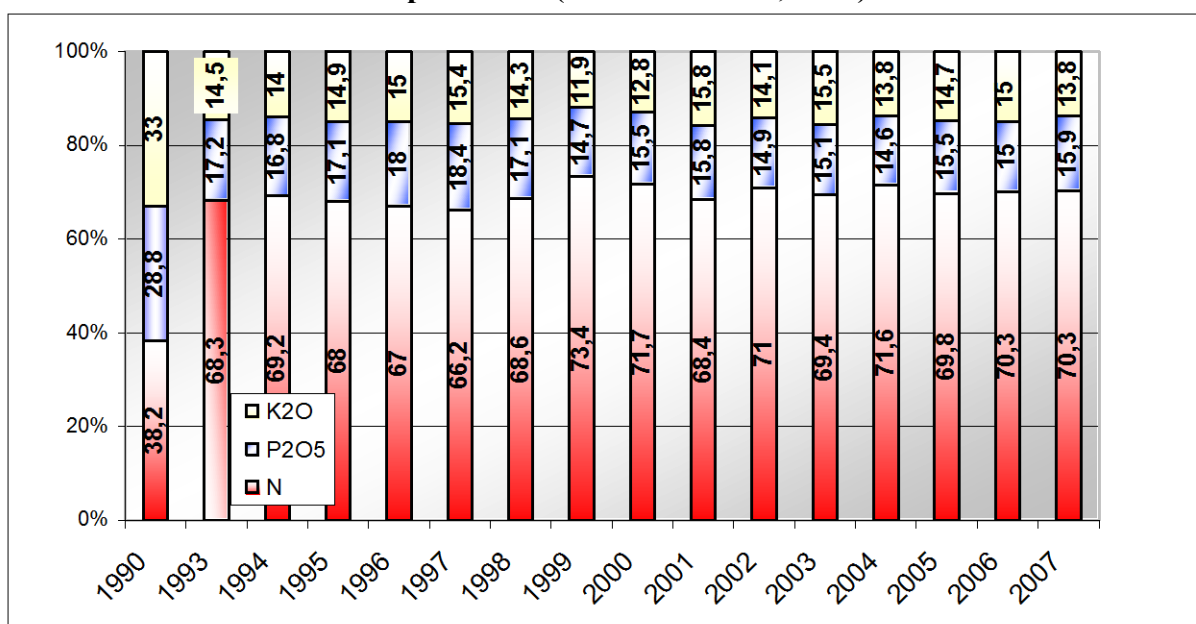
Sortiment používaných hnojív je jedným z faktorov ovplyvňujúcich efektívnosť hnojenia. Kombinované priemyselné hnojivá spravidla nie sú vhodné pre úpravu parametrov pôd, a to z dôvodu rozdielneho stupňa zásobenosti pôdy rozdielnymi živinami v rámci honu. Pri jesennej aplikácii NPK hnojív môže dôjsť k stratám dusíka.

Vzhľadom na rovnomernosť aplikácie priemyselných hnojív je treba uprednostňovať používanie pevných granulovaných alebo kvapalných hnojív.

V pomernom zastúpení aplikovaných živín na ornej pôde má dominantné postavenie dusík, ktorého zastúpenie (v priemere rokov 2000 až 2007) z celkovo aplikovaných živín je 70,3 %, fosforu ( $P_2O_5$ ) 15,3 % a draslíka ( $K_2O$ ) 14,4 % (Obr. 2). Práve vplyvom dusíkatého hnojenia sa dosiaľ udržiavajú úrody na prijateľných hodnotách, najmä v poveternostne priaznivých rokoch, čo ale vedie k odberu živín z pôdných zásob. Tento mobilizačný (koristnícky) stav je dlhodobo neudržateľný (HANÁČKOVÁ, 2009).

Obr. 2

Podiel jednotlivých živín (N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ) na spotrebe priemyselných hnojív na ornej pôde v SR (HANÁČKOVÁ, 2009)



## 1.5 Pšenica letná forma ozimná

V produkcii obilnín sa svojím významom na prvé miesto zaraďuje pšenica letná forma ozimná – najdôležitejšia obilnina na Zemi, ktorou sa živí viac ako polovica obyvateľstva na svete. Osevné plochy sa na Slovensku v ostatnom období pohybujú okolo 400 tisíc hektárov s priemernými úrodami od 4,13 do 4,85 t.ha<sup>-1</sup>. V štruktúre osevu zaberá táto plodina 21 až 25% výmery ornej pôdy.

Ako najdôležitejšia chlebová plodina predstavuje základný zdroj ľudskej výživy. Možnosť upiecť z pšeničnej múky chlieb, resp. iné pečivo je daná chemickým zložením pšeničného zrna, ktoré obsahuje bielkoviny umožňujúce vytvárať lepok. Pšeničná bielkovina je bohatá na aminokyseliny prolín a kyselinu gluténovú. Neobsahuje však ďalšie dôležité aminokyseliny, ako napr. arginín, histidín a má relatívne nízky obsah lyzínu a treonínu. Pšenica sa využíva tiež na kŕmne účely. Pšeničné šroty a otruby predstavujú vysoko koncentrované uhlíhydrátové krmivo, vhodné pre všetky druhy hospodárskych zvierat. Vysoký obsah glycidov v zrne (69%) a nízky obsah vlákniny (1,6-2%) umožňujú ich využitie ako energetických zložiek kŕmnych zmesí (PAČUTA, ČERNÝ a POLÁČEK, 1998)

### 1.5.1 Agroekologické podmienky pestovania pšenice letnej formy ozimnej

Nároky pšenice letnej vyplývajú z toho, že pomerne plytko zakoreňuje a najväčšia časť koreňovej sústavy sa rozprestiera v pôde do hĺbky 0,25 m, t. j. v orníčnej vrstve. Časť koreňov siaha do hĺbky 0,60 m a hlbšie sa zakoreňuje len ojedinelými koreňkami (KOVÁČ a KUBINEC, 1998)

Pšenica letná je z hľadiska nárokov na podmienky prostredia najnáročnejšou obilninou. Z hľadiska nárokov na pôdu jej najlepšie vyhovujú pôdy ťažšie, hlinité, ílovitohlinité až ílovité, s priaznivým vodným a vzdušným režimom a pH od 6,2 do 7,2.

Z pôdnych typov sú najvhodnejšie černozeme a ich subtypy, hnedozeme, luvizeme a černice. Dobré úrody sa dajú dosiahnuť aj na fluvizemiach, avšak v závislosti na dostatočnej hĺbke hladiny podzemnej vody (MAČUHOVÁ, 1990). Za nevhodné sú považované pôdy ľahké, piesočnaté s kyslou pôdnou reakciou a vysokou hladinou podzemnej vody (PAČUTA, ČERNÝ a POLÁČEK, 1998).

Vplyv poveternostných podmienok stanovišťa na úrody a kvalitu pestovaných plodín sa významnou mierou podieľa na stabilite hospodárskych výsledkov. Zo

všetkých abiotických faktorov, ktoré ovplyvňujú rast a produktivitu rastlinných spoločenstiev je na prvom mieste v bezzávlahových podmienkach nedostatok vody. Vzhľadom k zložitým vzťahom medzi množstvom vody v rastline a v okolitom prostredí vrátane pôdy nie je možné zaviesť jednoduché kritérium, podľa ktorého by bolo možné objektívne hodnotiť ako veľkému stresu z nedostatku vody je rastlina vystavená (PROCHÁZKA et al., 1998).

Optimálne množstvo zrážok za vegetáciu sa u ozimnej pšenice pohybuje od 380 do 535 mm (PETR, 1987). Z hľadiska vlhkosťného stavu pôdy je žiaduce, aby do odnožovania ozimnej pšenice atmosférické zrážky prevyšovali celkové množstvo pretraspirovanej vody. Pre rast a vývin ozimnej pšenice je z hľadiska výslednej produkcie výhodnejšie, ak sa rastliny vyvíjajú v prvých rastových fázach pri relatívne nižšom obsahu vody v pôde (Tab. 3). Pri nadmernom obsahu vody v pôde sa predlžuje obdobie od sejby do vzchádzania a značne sa zníži počet vzídených rastlín, čo je dané nedostatkom kyslíka v zóne klíčenia zrna. Okrem toho nadmerné množstvo vody v pôde po zasiatí spôsobuje rastlinám stres, takže ich ďalší rast je pomalší, rastliny zle zakoreňujú a majú malé prírastky. Za optimálnu vlhkosť pre klíčenie a vzchádzanie sa považuje 40 až 60 % plnej vodnej kapacity.

**Tab. 3**

**Optimálna suma zrážok pre pšenicu letnú formu ozimnú (PETR et al., 1987)**

Obdobie	Optimálna suma zrážok (mm)
1. 9. – 15. 11.	70 – 100
16.11. – 28.2.	80 – 130
1.3. – 15.4.	45 – 50
16.4. – 31.5.	70 – 100
1.6. – 1.8.	100 – 110

Rýchlosť prijímania vody, jej dostupnosť pre zrna a ďalšie zabezpečenie vlahy pre rast klíčka (spolu s teplotou a vzdušným režimom pôdy) určujú dĺžku obdobia od sejby po vzchádzanie (PAČUTA, ČERNÝ a POLÁČEK, 1998).

Rastliny, ktoré na začiatku svojho vývinu prekonali 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 pôdnych zásob a sú menej citlivé na nedostatok atmosférických zrážok (MAČUHOVÁ, 1990). U ozimnej pšenice sa požiadavky na vodu zvyšujú až v procese zvýšenej tvorby biomasy. Pri nedostatku vlhky sa skracaje dĺžka stebľa, znižuje sa aktívna listová plocha, a tým sa znižuje aj výsledná úroda.

Nároky na teplotu sa v priebehu vegetačného obdobia ozimnej pšenice značne diferencujú. V všeobecnosti možno povedať, že jej vyhovuje mierna zima a mierne teplé leto. Klíčenie začína už pri teplote 1-2 °C, ale vzchádzanie až pri 5-6 °C (optimum 15-20°C).

V období odnožovania sa optimálne rozpätie priemerných denných teplôt pohybuje od 8 do 15°C. Na založenie odnožovacieho uzla je potrebná priemerná denná teplota pôdy nad 6 °C. Pri poklese teplôt pod túto hranicu sa odnožovací uzol do zimy nevytvorí a pri priemerných teplotách pod 3 °C sa odnožovanie celkom zastavuje. Agrometeorologické sledovania ukázali, že kritická teplota v blízkosti odnožovacieho uzla je -8 °C. Tepelnoizolačná vrstva snehu a pôdy dobre chráni odnožovací uzol. Pri mrazoch -32 °C je v hĺbke pôdy 20 mm teplota už len -20 °C (hololmraz). Už 50 mm vrstva snehu však upravuje teplotu v tejto hĺbke na -7 °C.

Rastová fáza steblovania je spojená s diferenciáciou tým, že sa v ňom začínajú tvoriť klasové hrbolčeky. Toto rozhodujúce obdobie zakladania produktivity klasu (zakladanie kláskov a tvorba kvietkov) spadá do druhej polovice apríla a na mesiac máj. Čím dlhšie toto obdobie trvá, tým väčší počet kláskov sa zakladá. Relatívne nižšie teploty pri dostatočnom množstve zrážok a živín podporujú zakladanie prvkov produktivity klasu a vysvetľujú príslovie: „Studený máj v stodole raj“

V období klasenia a kvitnutia sú vysoké teploty veľmi nepriaznivé, lebo v spojení s nedostatkom vlhky spôsobujú to, že klásky sú krátke a často len čiastočne opúšťajú listové pošvy.

Pre obdobie opeľovania pšenice letnej formy ozimnej sa udáva minimálna teplota 10 °C, optimálna teplota 18 – 24 °C a maximálna teplota 32 °C. Doba opeľovania kolíše od 3,5 hodín pri teplote 30 °C do 8,5 hodín pri teplote 10 °C (PETR et al., 1987).

Proces tvorby zrna a translokácie rezervných látok v priebehu dozrievania ovplyvňujú hlavne teplota (pôdy i vzduchu) a vlhka. V relatívne chladnejšom počasí sa dozrievanie spomaľuje, zrná sa dokonale vyvinú, sú plné s vysokým obsahom škrobu a vysokou HTZ. Naopak, vysoké teploty a veľké sucha pôsobia veľmi nepriaznivo a spôsobujú tzv. „zahorenie zrna“, t.j. zrno je drobné a scvrknuté v dôsledku rýchleho

vývinu a nedostatočného prísunu asimilátov. Pre obdobie dozrievania sú ako optimálne uvádzané teploty 20 – 25 °C.

Z hľadiska nárokov na svetlo patrí pšenica letná k rastlinám dlhodenným, tj. vyžaduje dlhý slnečný svit (PAČUTA, ČERNÝ a POLÁČEK, 1998).

### **1.5.2 Zaradenie pšenice v osevnom potupe**

Pšenica letná (forma ozimná) má zo všetkých obilnín najvyššie nároky na predplodinu a najlepšie reaguje na intenzifikačne opatrenia (MAČUHOVÁ, 1990).

Predplodina sa podieľa na tvorbe úrody 20 – 50%. Z hľadiska striedania plodín (hlavne v KVO) je veľmi dôležitý vodný režim. Preto v teplejších oblastiach sú ako predplodiny vhodné plodiny z celkovo nízkou spotrebou vody, ktoré navyše zanechávajú pôdu vo veľmi dobrom stave a dostatočne skoro ukončujú vegetačné obdobie, čo vytvára predpoklad pre kvalitnú prípravu pôdy. K takýmto predplodinám patria strukoviny, skoré zemiaky, kapusta repková pravá a kukurica pestovaná na siláž. V KVO je možné zaradiť pšenicu aj po skoro zberaných porastoch kukurice na zrno. Cukrovú a kŕmnu repu, ak sú skoro zberané môžeme tiež zaradiť k vhodným predplodinám, za predpokladu ich včasného zberu umožňujúceho sejbu pšenice v agrotechnickom termíne. V suchších oblastiach a v rokoch s nedostatkom zrážok nie sú vhodné ako predplodiny d'atelinoviny (hlavne lucerna siata) z dôvodu vysušania pôdy (KOVÁČ et al., 2003).

V pestovateľskej praxi sa z dôvodu vysokého zastúpenia pšenice na ornej pôde nevyhneme ani pestovaniu pšenice po obilnine. V tomto prípade sa úroda najmenej znižuje v nasledovnej postupnosti: ovos siaty → raž siata → jačmeň jarný → a najviac po pšenici letnej. Pri vyššom zastúpení obilnín v osevnom postupe a pri nevhodnej druhovej skladbe, resp. nedostatočnom časovom odstupe trpí pšenica hlavne chorobami báz stebiel (PAČUTA, ČERNÝ a POLÁČEK, 1998).

### **1.5.3 Výživa a hnojenie pšenice**

Pšenica je plodina, ktorej sa venuje relatívne najviac pozornosti pri hnojení a štúdiu podmienok výživy.

Výživa pšenice ale najmä jej efektívna racionalizácia pri požiadavke zvyšovania úrod ostáva aj naďalej veľmi aktuálnou oblasťou výskumu aj vo vzťahu k ochrane životného prostredia. V pestovateľskej praxi sa stále viac uplatňuje riadená výživa, pri

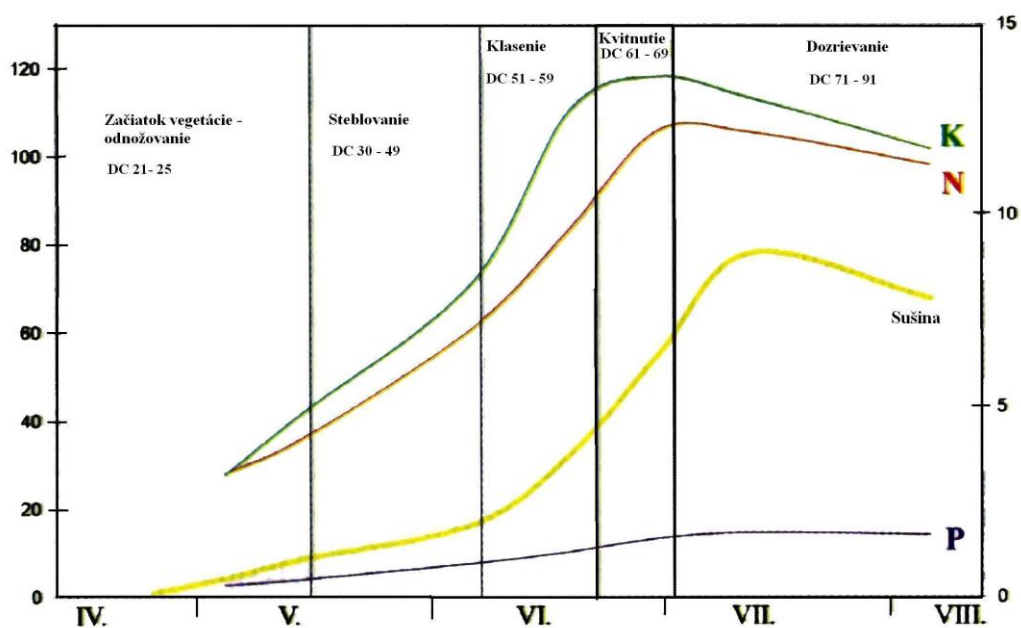
ktorej ponuka živín s regulovaním ich pohybu k aktívnym zónam povrchov koreňov alebo dopĺňovanie cez list v kritických obdobiach ich relatívnej neprítomnosti je dominujúcou funkciou cieľavedomej výživy pšenice. Produkcia 1 t zrna a tomu zodpovedajúca produkcia biomasy odčerpá z pôdy v priemere nasledovné množstvo živín: 24 kg N, 5 kg P, 18 kg K, 4 kg Ca a 2 kg Mg (VANĚK et al., 2007)

Potreba živín v jednotlivých rastových fázach nie je rovnaká. Ak sa v jednotlivých fázach v plnej miere splnili požiadavky ozimnej pšenice na živiny v súlade s jej biologickými vlastnosťami, vysoká úroda sa formuje už od začiatku vegetácie.

Dynamiku príjmu živín v priebehu vegetácie znázorňuje obrázok 3. Je zrejmé, že hlavný príjem živín je v období intenzívneho rastu, teda po steblovaní a väčšinou vrcholí v období kvitnutia. U draslíka dochádza na konci vegetácie k znižovaniu jeho obsahu v biomase a preto je i jeho odber nižší.

**Obr. 3**

**Dynamika odberu živín ozimnou pšenicom a nárast sušiny (AIGNER et al., 1988)**



Znázornený príjem ukazuje, že rastliny prijímajú väčšinu živín v krátkom období. Naším cieľom je vytvoriť v pôde také podmienky, aby rastliny mali potrebné živiny k dispozícii, mohli ich prijať a uplatniť v produkčnom procese (VANĚK et al., 2007).

### 1.5.3.1 Hnojenie dusíkom

Základné úrodovorné prvky obilnín, t. j. počet klasov na jednotke plochy, počet zŕn v klase a hmotnosť zŕn, sa formujú postupne v priebehu vegetácie. Na uvedené úrodovorné prvky možno výrazne pôsobiť práve hnojením dusíkatými hnojivami.

Pšenica ma relatívne dlhé vegetačné obdobie a pri vysokých úrodách aj tomu zodpovedajúce nároky na dusík a ostatné živiny. Táto skutočnosť, ako aj vysoká pohyblivosť zlúčenín dusíka v pôde, podnietili zaviesť systém delenej výživy dusíkom, ktorý sa považuje za regulátor úrodovorného procesu (PAČUTA, ČERNÝ a POLÁČEK, 1998).

Pri hnojení pšenice je potrebné vychádzať z celkovej dávky dusíka a jej rozdelenia na základnú dávku (predsejbovú) a dávku v priebehu vegetácie (regeneračnú, produkčnú a kvantitatívnu).

Základné hnojenie ozimnej pšenice nižšími dávkami dusíkatých hnojív je nevyhnutné, najmä pri neskorej sejbe odrôd s dobrou odnoživosťou, na pôdach s nízkym obsahom dusíka, ďalej pri sejbe po predplodinách, ktoré odčerpávajú veľa dusíka z pôdy a zanechávajú pozberové zvyšky so širokým pomerom C : N, ako aj pri opakovanej sejbe po obilninách (LOŽEK et al., 1998). Základné hnojenie sa robí pri predsejbovej príprave pôdy, najlepšie síranom amónnym (VANĚK et al., 2007).

MICHALÍK, BÍZIK a LOŽEK (1986) navrhujú pri predsejbovom a regeneračnom hnojení robiť odber pôdnych vzoriek len do hĺbky 0 - 0,3 m a dohnojovať na hladinu 60 kg.ha<sup>-1</sup> N pri základnom hnojení a 80 kg.ha<sup>-1</sup> N pri regeneračnom hnojení, pričom sa počíta s 50% využiteľnosťou Nan z pôdy.

Dávka dusíka pre základné hnojenie sa stanoví podľa rovnice:

$$Nz = 60 - (Nan \cdot 4,5)$$

Nz – dávka dusíka pre základné hnojenie v kg.ha<sup>-1</sup>

60 – požadovaná hladina Nan v kg.ha<sup>-1</sup>

Nan – obsah Nan v hĺbke 0 – 0,3 m v mg.hg<sup>-1</sup>

4,5 – prepočítavací koeficient z mg.kg<sup>-1</sup> na kg.ha<sup>-1</sup>

Regeneračné hnojenie realizujeme skoro na jar za účelom regenerácie rastlín zoslabnutých zimou, ovplyvňujeme hustotu porastu a zakladanie generatívnych orgánov. Pri určovaní regeneračnej dávky dusíka je potrebné brať do úvahy obsah Nan v pôde v hĺbke 0 - 0,3 m, hustotu porastu po prezimovaní rastovú a vývinovú pokročilosť, odnožovaciu schopnosť odrôd a dobu obnovenia jarnej vegetácie (LOŽEK et al., 1998)

Dávka dusíka pre regeneračné hnojenie sa stanoví podľa rovnice:

$$Nr = 80 - (\text{Nan} \cdot 4,5)$$

Nr – dávka dusíka pre regeneračné hnojenie v kg.ha<sup>-1</sup>

80 – požadovaná hladina Nan v kg.ha<sup>-1</sup>

Nan – obsah Nan v hĺbke 0 – 0,3 m v mg.hg<sup>-1</sup>

4,5 – prepočítavací koeficient z mg.kg<sup>-1</sup> na kg.ha<sup>-1</sup>

Najvhodnejším hnojivom v tomto období je liadok amónny s vápencom prípadne liadok vápenatý. Prednostne sa využíva hnojenie slabších a redších porastov (VANĚK et al., 2007).

Produkčné hnojenie dusíkom sa realizuje na začiatku steblovania, čím sa podporí počet kvietkov v kláskoch, tzn. počet zŕn v klase. Pri optimalizácii produkčnej dávky dusíka je potrebné využiť rozbor rastlín a pôdy na dusík a na základe výsledkov určiť dávku hnojiva (LOŽEK et al. 1998). IVANIČ (1988) navrhuje vypočítať dávku dusíka pre produkčné hnojenie zo vzťahu:

$$Npr = Npú - (9 \cdot \text{Nan} \cdot Nr)$$

Npr – dávka dusíka na produkčné hnojenie v kg.ha<sup>-1</sup>

Npú – potreba dusíka na plánovanú úrodu v kg.ha<sup>-1</sup>

9 – prepočítavací koeficient

Nan – obsah Nan v hĺbke 0,6 m v mg.kg<sup>-1</sup>

Nr – množstvo odčerpaného dusíka porastom ozimnej pšenice do fázy 6. listu v kg.ha<sup>-1</sup>

BAIER (1986) v spolupráci s Moler-Nielsenom rozpracoval metódu priebežnej diagnostiky počas ontogenézy pšenice. Využil metódu hraničných kriviek bodového poľa a vymedzil tzv. limitné a optimálne koncentračné krivky N, P, K, Ca a Mg pri hmotnosti 100 rastlín.

MICHALÍK a LOŽEK (1985) rozpracovali metódu hodnotenia dusíkatej výživy porastov počas celého obdobia vegetácie. Na základe obsahu dusíka v sušine nadzemnej fytomasy a v hmotnosti sušiny 100 rastlín odvodili kritéria na hodnotenie výživy porastu pšenice dusíkom. Odber rastlinných vzoriek by sa mal voliť koncom odnožovania, koncom steblovania a pri klasení. Hodnoty potreby hnojenia porastov ozimnej pšenice sú nižšie v porovnaní s Baierovou metódou (HANÁČKOVÁ, 1995).



Vhodným hnojivom je liadok amónny s vápencom a DAM 390 (VANĚK et al., 2007)

Kvalitatívne hnojenie dusíkom porastu pred kvitnutím pozitívne ovplyvňuje obsah bielkovín a hmotnosť zrn. Zlepšuje technologickú hodnotu a kvalitu zrna. V suchších ročníkoch nieje účinnosť prihnojovania pevnými hnojivami zabezpečená. Pri foliárnej aplikácii DAMu 390 je účinnosť podstatne vyššia, ale hrozí nebezpečenstvo popálenia. Preto je potrebné aplikovať nižšie dávky 10 – 15 kg.ha<sup>-1</sup> pri nižšej intenzite slnečného svitu (LOŽEK et al., 1998).

### 1.5.3.2 Hnojenie fosforom a draslíkom

Rozhodujúcim kritériom pre výpočet dávok P a K hnojív je obsah prístupných živín v pôde. Ak je obsah prístupných živín v pôde vysoký alebo veľmi vysoký, hnojenie príslušnou živinou vynechávame, pokiaľ sa ich obsah v pôde nezníži na úroveň kategórie dobrý obsah.

Nahradzovací systém hnojenia použijeme, ak je obsah prístupných živín v pôde dobrý, resp. sa nachádza v hornej tretine kategórie vyhovujúceho obsahu. Spočíva v náhrade živín prijatých plánovanou úrodou, pričom počítame so 100 % využiteľnosťou živín z hnojív.

Na pôdach s nízkym a vyhovujúcim obsahom živín v pôde je potrebné dodať nielen živiny na plánovanú úrodu, ale ich dávku je potrebné zvýšiť o 25 až 50 %, aby sa obsah živín v pôde postupne zvýšil na obsah dobrý. Konkrétny výpočet dávky P a K je podmienený:

- poznaním obsahu prístupných živín v pôde (výsledky ASP);
- poznaním potreby živín na plánovanú úrodu ozimnej pšenice;
- poznaním využiteľnosti živín z pôdnej zásoby a hnojív (HANÁČKOVÁ, 2009).

Vhodným obdobím k hnojeniu je jeseň a hnojivá by sa mali aplikovať najneskôr pri predsejbovej príprave pôdy. Prihnojovanie pevnými hnojivami počas vegetácie nie je účelné (VANĚK et al., 2007)

Draselné hnojivá sú fyziologicky kyslé. Aplikáciou draselnej soli dochádza k okysľovaniu pôdy, preto pri aplikáciách vyšších dávok by sa nemalo zabúdať na vápnenie. Pri realizácii zásobného hnojenia sú straty kationov podstatne vyššie ako pri každoročnom hnojení, čo si vyžiada vyššie náklady na vápnenie a hnojenie horčíkom (HANÁČKOVÁ, 2009).

## 2 Ciel' práce

Ciel'om bakalárskej práce riešenej v podniku DONA s. r. o. Veľké Revištia je:

1. Vyhodnotiť agrochemické vlastnosti pôd, t.j. pôdnu reakciu a obsah prístupných živín v pôde stanovených v rámci XI. cyklu agrochemického skúšania pôd pomocou Riehmovho indexu na parcelách, kde sa pestovala pšenica letná forma ozimná,
2. Posúdiť vplyv a intenzitu hnojenia na produkciu zrna pšenice letnej formy ozimnej,
3. Vypočítať jednoduchú bilanciu živín N, P a K pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej.

### **3 Materiál a metodika**

Metodický postup vychádza zo stanovených cieľov a rešpektuje platné poznatky z predmetnej problematiky. Modelovou plodinou je pšenica letná forma ozimná pestovaná v podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia.

#### **3.1 Charakteristika podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia**

Spoločnosť DONA, s. r. o. Veľké Revištia vznikla 1. 3. 1995 zápisom do obchodného registra a svoju podnikateľskú činnosť začala vykonávať 1. 10. 1996, kedy sprivatizovala bývalý Štátny majetok, š. p. Veľké Revištia. Nachádza sa 8 km od okresného mesta Sobrance. Hospodári na rozhraní kukuričnej a repnej výrobnjej oblasti v nadmorskej výške 134 až 189 m n. m. Hlavným predmetom činnosti je poľnohospodárska výroba. Ďalšími predmetmi činnosti sú služby pre rastlinnú a živočíšnu výrobu a s ňou spojené činnosti, bez veterinárnych služieb, výroba biohumusu, sprostredkovateľská činnosť, kúpa tovaru za účelom jeho predaja, kovovýroba a obrábanie kovov, výroba a montáž oblúkových hál, drevovýroba, šitie zvrškov a osobných ochranných prostriedkov, izolačné, natieračské, maliarske a sklenárske práce, vykonávanie jednoduchých stavieb a poddodávok a chov rýb, spracovanie a konzervovanie rýb a výroba rybích výrobkov.

Z pôdných typov prevláda luvizem. Na parcelách, kde sa pestuje pšenica letná forma ozimná je pôda stredne ťažká.

Klimatické podmienky pre pestovanie pšenice sú v tejto oblasti veľmi dobré. Podnik hospodári v teplej, mierne suchej oblasti. Priemerná ročná teplota dosahuje 8,8 °C, zrážky 550 mm. V porovnaní s inými oblasťami sú v letných mesiacoch nadpriemerné teploty a slabé zrážky. Smer prevládajúcich vetrov je severozápadný.

Vodné toky v oblasti sú rieky Laborec a Uh so svojimi prítokmi. V blízkosti sa nachádza vodná nádrž Zemplínska šírava a Senné rybníky.

### 3.1.1 Hodnotenie rastlinnej výroby

Spoločnosť hospodári na výmere 6144 ha, z toho orná pôda predstavuje 3042 ha, trvalé trávne porasty 3102 ha. Hlavnými plodinami pestovanými na ornej pôde sú pšenica letná forma ozimná, jačmeň ozimný, jačmeň jarný, kapusta repková, slnečnica ročná, kukurica siata (na zrno i na siláž), hrach siaty a krmné plodiny (strukovinoobilné miešanky, d'atelinotrávne miešanky).

Výmera pestovaných plodín a dosiahnuté priemerné hektárové úrody sú uvedené v tabuľke 4.

**Tab. 4**

#### Štruktúra rastlinnej výroby v podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia v roku 2008

Plodina	Zberová plocha (ha)	Úroda (t.ha <sup>-1</sup> )
<b>Pšenica letná forma ozimná</b>	<b>956,4</b>	<b>4,16</b>
Jačmeň ozimný	389,2	3,71
Jačmeň jarný	195,4	4,09
Kapusta repková pravá	526,7	3,11
Kukurica siata na zrno	405,1	8,78
Kukurica siata na siláž	53,1	38,5
Slnečnica ročná	147,0	2,06
Hrach siaty	63,3	1,73
Krmné plodiny	305,8	
<b>Spolu orná pôda</b>	<b>3042</b>	
TTP	3102	
<b>Poľnohospodárska pôda</b>	<b>6144</b>	

### 3.2 Hodnotenie agrochemických vlastností pôdy

Agrochemické vlastnosti pôdy na parcelách, kde sa pestovala pšenica letná forma ozimná, sú uvedené v tabuľke 7. Obsah prístupných živín v pôde (P, K a Mg) a pôdna reakcia boli vyhodnotené Riehmovým indexom. Podkladom pre hodnotenie agrochemických vlastností pôdy pomocou Riehmovho indexu sú výsledky XI. cyklu agrochemického skúšania pôd ktoré, sa v podniku DONA, s. r. o. uskutočnilo v roku 2004.

Riehmov index je bežný parameter používaný v terminológii výživy a hnojenia rastlín, ktorým sa charakterizuje pôdna reakcia, potreba vápnenia a zásoba pôd prístupnými živinami.

Riehmov index pre pôdnu reakciu sa vypočíta, ak sa spočíta percentuálny podiel pôd kyslých, silne kyslých, extrémne kyslých a polovičný podiel slabo kyslých pôd. Nižšia hodnota indexu znamená priaznivejší agrochemický stav pôdnej reakcie. Kritériá hodnotenia pôdnej reakcie sú uvedené v tabuľke 5.

**Tab. 5**

**Kritériá hodnotenia pôdnej reakcie podľa Riehma**

Kategória	Riehmov index	Stav pôdnej reakcie	Potreba vápnenia
I	0 – 20	veľmi uspokojivý	veľmi malá
II	20 – 40	uspokojivý	malá
III	40 – 60	stredný	stredná
IV	60 - 80	nepriaznivý	veľká
V	80 – 100	veľmi nepriaznivý	veľmi veľká

Riehmov index pre hodnotenie obsahu živín v pôde sa vypočíta tak, že sa spočíta percentuálny podiel pôd s veľmi vysokým, vysokým a dobrým obsahom prístupných živín a pripočítame polovicu podielu pôd s vyhovujúcim obsahom živín. Slúži pre rýchlu orientáciu v rozdieloch zásobenosti pôd prístupnými živinami. Kritériá hodnotenia zásoby pôd prístupnými živinami podľa Riehmovho indexu sú uvedené v tabuľke 6.

**Tab. 6**

**Kritériá hodnotenia zásobenia pôdy živinami podľa Riehma**

Kategória	Riehmov index	Zásobenie P, K, Mg
I	0 - 20	veľmi nepriaznivá
II	20 - 40	nepriaznivá
III	40 - 60	uspokojivá
IV	60 - 80	priaznivá
V	80 - 100	veľmi priaznivá

Výsledný obsah prístupných živín a pôdna reakcia na parcelách, kde sa pestovala pšenica letná forma ozimná v roku 2008 je uvedený v tabuľke 7.

**Tab. 7**  
**Agrochemické vlastnosti pôdy**

Parcela	Výmera (ha)	pH	Obsah prístupných živín (mg.kg <sup>-1</sup> )			
			P	K	Mg	K:Mg
NR-6	15,32	5,8	69	159	310	0,51
NR-8	63,60	5,6	62	110	424	0,26
BK-2	67,05	5,7	82	152	266	0,57
BK-5	54,95	6,1	92	115	196	0,59
VR-3	106,27	6,0	86	151	458	0,33
VR-4	62,96	6,0	87	163	340	0,48
VR-5	117,32	6,4	84	172	301	0,57
VR-10	40,26	6,0	64	133	212	0,63
UB-2	40,88	6,4	72	132	405	0,33
UB-3	135,84	5,6	88	172	181	0,95
UB-4	25,22	5,7	81	117	209	0,56
UB-5	34,74	5,7	258	520	339	1,53
UB-7	52,68	5,3	106	168	219	0,77
JO-4	46,99	6,2	108	181	353	0,51
JO-5	50,00	6,5	50	83	394	0,21
SE-4	42,32	5,2	45	137	157	0,87
SPOLU	956,40					
PRIEMER		5,88	89,6	166,6	297,6	0,60

### 3.3 Jednoduchá bilancia živín (N, P, K) pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej v zmysle Vyhlášky MP SR uverejnenej v Zb. zákonov č. 338/2005

Bilančné porovnanie živín za poľnohospodársky pozemok sa spracováva zo vstupov a výstupov hlavných živín, ktorými sú dusík, fosfor a draslík a vyjadruje rozdiel medzi množstvom živín dodaných do pôdy a množstvom živín odčerpaných úrodou z jednotlivých poľnohospodárskych pozemkov výpočtom podľa rovnice:

$$\text{BILANCIA ŽIVÍN} = \text{VSTUP ŽIVÍN} - \text{VÝSTUP ŽIVÍN}, \text{ kde}$$

Vstup živín (kg.ha<sup>-1</sup>): - minerálne a organické hnojivá

Výstup živín (kg.ha<sup>-1</sup>): - výstup živín z úrody hlavného produktu,  
- výstup živín z úrody vedľajšieho produktu.

Úroda vedľajšieho produktu sa určuje na základe pomeru hlavného produktu a vedľajšieho produktu. Pri obilninách je pomer zrna : slame = 1 : 0,8.

Pšenica letná forma ozimná odoberie z pôdy 1 tonou úrody zrna 22-28 kg N, 5,3-5,8 kg P, 20-22 kg K.

**Tab. 8**

**Hodnoty bilančných prebytkov podľa jednotlivých živín**

Bilančný prebytok	Dusík (N)	Fosfor (P)	Draslík (K)
	kg.ha <sup>-1</sup>		
Nízky	do 20	do 10	do 20
Stredný	21 – 50	10 - 20	21 – 50
Vysoký	nad 50	nad 20	nad 50

## 4 Výsledky práce

### 4.1 Vyhodnotenie agrochemických vlastností pôd v podniku

#### DONA s. r. o. Veľké Revišťa

Agrochemické vlastnosti v podniku DONA s. r. o. Veľké Revišťa na parcelách, kde sa pestovala pšenica letná forma ozimná, sú hodnotené na základe výsledkov XI. cyklu ASP uskutočnenom v roku 2004. Súčasťou ASP je stanovenie pôdnej reakcie, potreby vápnenia a obsahu prístupných živín v pôde (P, K a Mg). Výsledky ASP sú uvedené v tabuľke 9 a 10.

**Tab. 9**

#### Vyhodnotenie agrochemických vlastností pôd v DONA s. r. o., Veľké Revišťa

<b>Pôdna reakcia</b>	extrémne kyslá	silne kyslá	kyslá	slabo kyslá	neutrálna	alkalická
výmera (ha)	-	-	95,00	861,40	-	-
% podiel z výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej	-	-	9,93	90,07	-	-

<b>Obsah P</b>	nízky	vyhovujúci	dobrý	vysoký	veľmi vysoký
výmera (ha)	92,32	369,65	459,69	-	34,74
% podiel z výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej	9,65	38,65	48,06	-	3,63
<b>Obsah K</b>	nízky	vyhovujúci	dobrý	vysoký	veľmi vysoký
výmera (ha)	193,77	727,89	-	-	34,74
% podiel z výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej	20,26	76,11	-	-	3,63
<b>Obsah Mg</b>	nízky	vyhovujúci	dobrý	vysoký	veľmi vysoký
výmera (ha)	-	42,32	308,95	297,39	307,74
% podiel z výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej	-	4,42	32,30	31,09	32,18



**Tab. 10****Priemerný obsah prístupných živín v pôde a pôdnej reakcie**

Výmera pestovania pšenice letnej formy ozimnej (ha)	pH	P	K	Mg
		mg.kg <sup>-1</sup>		
956,40	5,88	89,6	166,6	297,6

**4.1.1 Vyhodnotenie pôdnej reakcie**

V podniku DONA s. r. o. Veľké Revišťa na parcelách, kde sa pestoval jarný jačmeň, bola v priemere stanovená slabo kyslá pôdna reakcia s hodnotou pH 5,88 (tab.10).

Najvyššie zastúpenie z výmery pestovania jarného jačmeňa má slabo kyslá pôdna reakcia, pohybujúca v rozmedzí pH 5,6 – 6,5. Bola zistená na 861,4 ha, čo predstavuje až 90,07 % z celkovej výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej v podniku DONA s. r. o. Veľké Revišťa.

Kyslá pôdna reakcia s pH 5,2 - 5,3 sa vyskytuje na výmere 95 ha, čo je 9,93 % podiel z výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej (tab. 9 )

Stav pôdnej reakcie podľa Riehmovho indexu je stredný a potreba vápnenia stredná (tab. 11). V pôdach Slovenskej republiky podľa výsledkov XI. cyklu ASP uskutočnenom v roku 2000 – 2005 je stav pôdnej reakcie na ornej pôde uspokojivý a potreba vápnenia je malá (KOTVAS et al., 2007).

**Tab. 11****Vyhodnotenie pôdnej reakcie Riehmovým indexom na ornej pôde**

	<b>Riehmov index</b>	<b>Stav pôdnej reakcie</b>	<b>Potreba vápnenia</b>
DONA s. r. o. Veľké Revišťa	55	stredný	stredná
okres Sobrance	56	stredný	stredná
Košický kraj	42	stredný	stredná
SR	33	uspokojivý	malá

#### 4.1.2 Vyhodnotenie obsahu prístupného fosforu v pôde

Na ornej pôde v podniku DONA s. r. o. Veľké Revištie je priemerný obsah prístupného fosforu v pôde  $89,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ , čo je podľa kritérií hodnotenia výsledkov rozborov pôd metódou Mehlich III obsah dobrý. Za dobrý obsah prístupného fosforu v stredne ťažkej pôde sa považujú hodnoty v rozpätí  $86 - 125 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Obsah prístupných živín, a teda aj fosforu v pôdach je najmä výsledkom intenzity hnojenia a vlastností pôd. Pri prvom komplexnom pôdoznaleckom prieskume pôd (1961-1970) bol obsah prístupného fosforu nízky ( $22,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Neskôr, najmä vplyvom dlhodobého systematického hnojenia často vysokými dávkami priemyselných hnojív (70 a 80 roky), došlo v ornici poľnohospodárskych pôd k výraznému zvýšeniu obsahu prístupných živín – pri fosfore o takmer 200 % a pri draslíku o 100 %. Po zmene ekonomicko-hospodárskych podmienok na začiatku 90. rokov došlo k výraznému znižovaniu dávok priemyselných hnojív z približne 230 kg NPK až na 40 – 60 kg č. ž. NPK na 1 hektár (KOBZA a GÁBORIK, 2010).

Podľa výsledkov XI. cyklu ASP v SR uskutočnenom v rokoch 2000 - 2005 je celoštátny priemerný obsah fosforu na ornej pôde  $75,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ , čo je na úrovni vyhovujúcej kategórii zásobenosti vyžadujúcej už nahradzovacie hnojenie (KOTVAS, 2007). Avšak v súčasnosti sa už takmer 1/3 ornej pôdy Slovenska nachádza v kategórii nízkej zásoby (KOBZA a GÁBORIK, 2010).

Obsah prístupného fosforu v pôde v poľnohospodárskom podniku vo Veľkých Revištiach sa pohybuje od nízkeho obsahu ( $45 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) po veľmi vysoký obsah fosforu ( $258 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Z celkovej výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej je na 92,32 ha nízky obsah fosforu, čo predstavuje 9,65 %. Vyhovujúci obsah bol zaznamenaný na výmere 369,65 ha, čo je 38,65 %. Veľmi vysoký obsah prístupného fosforu bol stanovený na parcele UB-5, s výmerou 34,74 ha.

Za optimálny obsah prístupných živín v pôde sa považuje dobrý obsah. V podniku DONA sa nachádza na výmere 459,69 ha, čo predstavuje takmer polovicu z celkovej výmery na ktorej sa pestovala pšenica letná forma ozimná (48 %) (tab. 9).

**Tab. 12****Vyhodnotenie zásobenosti pôd fosforom Riehmovým indexom na ornej pôde**

	<b>Riehmov index</b>	<b>Zásobenosť</b>
DONA s. r. o. Veľké Revištia	71	Priaznivá
Okres Sobrance	44	Uspokojivá
Košický kraj	50	Uspokojivá
SR	52	Uspokojivá

Z uvedených výsledkov vyplýva, že zásobenosť pôd fosforom vyhodnotená Riehmovým indexom je v poľnohospodárskom podniku DONA s. r. o. Veľké Revištia priaznivá (tab. 12). Zvýšenú pozornosť je potrebné venovať 92,32 ha s nízkym obsahom prístupného fosforu v pôde, čo predstavuje 9,65 % z plochy, na ktorej sa pestovala pšenica letná forma ozimná. Pri určovaní dávok fosforečných hnojív treba pokryť nielen potrebu fosforu na plánovanú úrodu pšenice letnej formy ozimnej, ale aj zvýšiť obsah fosforu v pôde. Docielime to, ak zvýšime základný odberový normatív fosforu o 30 až 50 %.

Pri vyhovujúcom obsahu fosforu v pôde na výmere 369,65 ha je potrebné dodať aspoň živiny prijaté úrodou, t. j. na úrovni základného ročného odberového normatívu. Pri dostatku finančných prostriedkov dávky P - hnojív sa zvyšujú za účelom zvýšenia pôdnej zásoby.

Hnojenie fosforečnými hnojivami nie je potrebné na výmere 34,74 ha s veľmi vysokým obsahom fosforu (tab. 9). Zvyšovanie tohto obsahu v pôde je nevhodné a neprístupné z ekologického i ekonomického hľadiska.

V okrese Sobrance, v Košickom kraji a v pôdach Slovenska je zásobenosť orných pôd vyhodnotená Riehmovým indexom uspokojivá (tab. 12).

**4.1.3 Vyhodnotenie obsahu prístupného draslíka v pôde**

V poľnohospodárskom podniku DONA s. r. o. Veľké Revištia je priemerný obsah prístupného draslíka v pôde 166,6 mg.kg<sup>-1</sup> (tab. 10), čo reprezentuje vyhovujúci obsah. Na jednotlivých pozemkoch sa obsah draslíka pohybuje od 83 mg.kg<sup>-1</sup> do 520 mg.kg<sup>-1</sup> pôdy. V XI. cykle ASP bola stanovená priemerná (celoslovenská) hodnota prístupného draslíka v ornej pôde 234,5 mg.kg<sup>-1</sup>, čo je na úrovni dobrej kategórii zásobenosti vyžadujúcej hnojenie znížením odberového normatívu o 20 - 60 %.

Zásobenosť pôd draslíkom je lepšia, čo pramení z pomerne dobrých prirodzených zdrojov minerálneho zloženia pôdy. Obsah prístupného draslíka v období Komplexného prieskumu pôd bol v priemere  $108 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Neskôr, podobne ako pri fosfore dochádzalo k zvyšovaniu obsahu tohto prvku v poľnohospodárskych pôdach, najmä intenzívnym K-hnojením v 70. a 80. rokoch minulého storočia. Na začiatku monitorovania pôd Slovenska (90. roky 20. storočia) sa obsah prístupného draslíka v ornici pohyboval v rozpätí  $150 - 300 \text{ mg.kg}^{-1}$ , čo predstavovalo strednú až vysokú zásobu tohto prvku v poľnohospodárskych pôdach. Neskôr, vplyvom spomínaného znižovania priemyselných hnojív (teda aj K-hnojív), dochádza taktiež k určitému poklesu tohto prvku, i keď nie až tak významnému ako pri fosfore. Zníženie predstavuje priemerne 20 % za všetky sledované roky (KOBZA a GÁBORIK, 2010).

V SR nízky obsah prístupného draslíka v pôde predstavuje 13,2 % podiel z výmery ornej pôdy. Najvyšší podiel z výmery ornej pôdy (35,96 %) pripadá na dobrý obsah draslíka v pôde. Hnojenie draselnými hnojivami nie je potrebné na 17,08 % z výmery ornej pôdy SR (KOTVAS, 2007).

Vo Veľkých Revištiach sa nízky obsah prístupného draslíka vyskytuje na výmere 193,77 ha, čo predstavuje 20,26 % podiel z výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej. Vyhovujúci obsah prístupného draslíka bol stanovený na výmere 727,89 ha, čo je viac ako  $\frac{3}{4}$  celkovej výmery na ktorej bola pestovaná pšenica letná forma ozimná (76,11%). Veľmi vysoký obsah bol stanovený parcele UB – 5 s výmerou 34,74 ha (tab. 9).

Zásobenosť pôd prístupného draslíka v poľnohospodárskom podniku DONA s. r. o. Veľké Revištie hodnotená Riehmovým indexom je uspokojivá, Riehmov index má hodnotu 42 (tab. 13).

**Tab. 13**

**Vyhodnotenie zásobenosti pôd draslíkom Riehmovým indexom na ornej pôde**

	<b>Riehmov index</b>	<b>Zásobenosť</b>
DONA s. r. o. Veľké Revištie	42	Uspokojivá
Okres Sobrance	41	Uspokojivá
Košický kraj	65	Priaznivá
SR	70	Priaznivá

#### 4.1.4 Vyhodnotenie obsahu prístupného horčíka v pôde

V monitorovacej sieti poľnohospodárskych pôd Slovenska sledujeme horčík len od 2. cyklu. Obsah prístupného horčíka v ornici poľnohospodárskych pôd pohybuje prevažne v rozpätí 200 – 400 mg.kg<sup>-1</sup>, ale i viac, čo je vysoký obsah tohto prvku v pôde (KOBZA a GÁBORIK, 2010).

Väčšina pôd v SR je dostatočne zásobená horčíkom vďaka prirodzeným zásobám v pôdotvorných substrátoch. V dôsledku pravidelného príjmu horčíka z pôdy intenzívnymi plodinami by sa malo podľa výsledkov XI. cyklu ASP systematicky hnojiť horčíkom skoro 20 % z výmery ornej pôdy. V SR na ornej pôde je priemerný obsah prístupného horčíka vysoký (313,8 mg Mg.kg<sup>-1</sup>pôdy) (KOTVAS et al., 2007).

Priemerný obsah prístupného horčíka v pôde v poľnohospodárskom podniku vo Veľkých Revištiach je 297,6 mg.kg<sup>-1</sup> (tab. 10), čo je obsah vysoký.

Dobrá, vysoká a veľmi vysoká obsah horčíka v pôde je zastúpený rovnakým podielom (cca 32 %), takže hnojenie horčíkom nie je potrebné na výmere 914 ha, čo je takmer 96 % z celkovej výmery pšenice letnej formy ozimnej.

Preto neodporúčame používať hnojivá s obsahom horčíka (LAD 27, DUMAG 10–0-0-8, dolomitický vápenec). Vyhovujúci obsah bol stanovený na výmere 42,32 ha (tab. 9).

Riehmov index má hodnotu 98, čo vyjadruje veľmi priaznivú zásobenosť pôd prístupným horčíkom. V okrese Sobrance, v košickom kraji a v orných pôdach Slovenska je zásobenosť pôd horčíkom tak isto vyhodnotená Riehmovým indexom ako veľmi priaznivá (tab. 14).

**Tab. 14**

#### **Vyhodnotenie zásobenosti pôd horčíkom Riehmovým indexom na ornej pôde**

	<b>Riehmov index</b>	<b>Zásobenosť</b>
DONA s. r. o. Veľké Revištia	98	Veľmi priaznivá
Okres Sobrance	91	Veľmi priaznivá
Košický kraj	83	Veľmi priaznivá
SR	88	Veľmi priaznivá

## 4.2 Vplyv hnojenia na úrodu pšenice letnej formy ozimnej

Úroda a kvalita pšenice letnej formy ozimnej je podmienená úrovňou pestovateľských podmienok, ktoré sú vymedzené priebehom počasia počas vegetácie, stanovišťom, pôdnymi podmienkami a zvolenou agrotechnikou.

Výživa a hnojenie rastlín pšenice významne ovplyvňuje úrodu a kvalitu rastlinnej produkcie. Pokiaľ v pôde nie je dostatok prístupných živín v pôde, vysokú a kvalitnú úrodu nemožno očakávať.

V Slovenskej republike sa pšenica letná forma ozimná pestovala v roku 2008 na výmere 373,7 tis. ha a priemerná úroda bola 4,9 t.ha<sup>-1</sup>.

V poľnohospodárskom podniku DONA s. r. o. Veľké Revištia sa pšenica letná forma ozimná v roku 2008 pestovala na výmere 956,40 ha čo predstavuje 31,44 % z celkovej výmery ornej pôdy.

V roku 2008 sa pšenica letná forma ozimná pestovala na 16-tich parcelách. Pestované odrody Atrium, Complet, Pegassos, Axis, Winetou, Sana a Capo dosiahli priemernú úrodu zrna 4,16 t.ha<sup>-1</sup> (tab.15)

**Tab. 15**

### **Predplodina, odroda a úroda zrna pšenice**

Parcela	Výmera (ha)	Predplodina	Odroda	Úroda zrna (t.ha <sup>-1</sup> )
NR-6	15,32	Kapusta repková	Atrium	5,22
NR-8	24,39 39,21	Kapusta repková	Complet Atrium	6,37 5,36
BK-2	67,05	Kapusta repková	Atrium	4,14
BK-5	54,95	Slnečnica ročná	Sana	3,38
VR-3	106,27	Pšenica ozimná	Sana	2,89
VR-4	62,96	Kukurica na zrno	Axis	4,52
VR-5	117,32	Kapusta repková	Axis	4,76
VR-10	40,26	Kukurica na zrno	Capo	3,42
UB-2	40,88	Kukurica na zrno	Winetou	4,61
UB-3	135,84	Kapusta repková	Pegassos	4,91
UB-4	25,22	Kapusta repková	Pegassos	5,13
UB-5	34,74	Kapusta repková	Axis	3,72
UB-7	52,68	Kapusta repková	Axis	4,18
JO-4	46,99	Slnečnica ročná	Sana	4,00
JO-5	50,00	Slnečnica ročná	Axis	2,48
SE-4	42,32	Pšenica ozimná	Axis	1,70
Priemerná úroda				4,16

Priemerná úroda dosiahnutá v podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištie bola v porovnaní s priemernou úrodou dosiahnutou v SR nižšia o 17,8 %.

Odroda Atrium pestovaná na parcelách NR-6, NR-8 a BK-2 spolu na výmere 121,58 ha dosiahla priemernú úrodu 4,91 t.ha<sup>-1</sup>. Odroda Complet pestovaná na výmere 24,39 ha dosiahla v priemere najvyššiu úrodu v celom podniku 6,37 t.ha<sup>-1</sup>. Relatívne vysokú úrodu dosiahla aj odroda Pegassos pestovaná na výmere 161,06 ha, priemerná úroda bola 5,02 t.ha<sup>-1</sup>. Odroda Axis dosiahla priemernú úrodu 3,56 t.ha<sup>-1</sup> na výmere 360,02 ha. Pestovala sa na parcelách VR-4, VR-5, UB-5, UB-7, JO-5 a SE-4. Najvyššiu úrodu dosiahla na parcele VR-5 s výmerou 117,32 ha po predplodine kapuste repkovej pravej. Najnižšia dosiahnutá úroda odrody Axis bola na parcele SE-4 po predplodine pšenici letnej formy ozimnej (1,7 t.ha<sup>-1</sup>). Odroda Winetou sa pestovala na výmere 40,88 ha s priemernou úrodou 4,61 t.ha<sup>-1</sup>. Najnižšiu priemernú úrodu 3,42 t.ha<sup>-1</sup> dosiahla odroda Sana a Capo spolu na výmere 248,47 ha (tab. 16).

**Tab. 16**  
**Úrody jednotlivých odrôd pšenice letnej formy ozimnej**

Odroda	Výmera (ha)	Úroda (t.ha <sup>-1</sup> )
Atrium	121,58	4,91
Complet	24,39	6,37
Pegassos	161,06	5,02
Axis	360,02	3,56
Winetou	40,88	4,61
Sana	208,21	3,42
Capo	40,26	3,42

V poľnohospodárskom podniku DONA s. r. o. Veľké Revištie sa na hnojenie pšenice letnej formy ozimnej nevyužívali výsledky ASP pre určenie dávok fosforečných a draselných hnojív. Podobne dávky dusíka neboli určené na základe stanovenia obsahu N<sub>an</sub> v pôde. Na hnojenie pšenice letnej formy ozimnej sa využívali paušálne dávky 86,4 kg.ha<sup>-1</sup> N. Fosforečné a draselné hnojivá sa pri pestovaní pšenice vôbec neaplikovali. Dusík bol aplikovaný aj vo forme LAV 27 v dávke 200 kg.ha<sup>-1</sup> pri regeneračnom a v dávke 120 kg.ha<sup>-1</sup> pri produkčnom hnojení.

Po predplodine slnečnici ročnej ktorá je považovaná za dobrú predplodinou pre pšenicu sa úrody pohybovali sa od 2,48 t.ha<sup>-1</sup> do 4 t.ha<sup>-1</sup>. Najnižšiu úrodu dosiahla odroda Axis na parcele JO-5, kde bola stanovená slabo kyslá pôdna reakcia, nízky obsah fosforu a draslíka a veľmi vysoký obsah horčíka. Stabilnejšie úrody poskytovala odroda Sana. Najvyššiu úrodu dosiahla táto odroda na parcele JO-4, kde bola slabo kyslá pôdna reakcia, dobrý obsah fosforu, vyhovujúci obsah draslíka a veľmi vysoký obsah horčíka. Priemerná úroda pšenice letnej formy ozimnej pestovanej po predplodine slnečnici ročnej bola 3,29 t.ha<sup>-1</sup> (tab. 17). Plocha, na ktorej sa pestovala pšenica letná forma ozimná po slnečnici zaberala 15,9 % z celkovej výmery pestovania pšenice.

**Tab. 17**

**Úroda pšenice letnej formy ozimnej po predplodine slnečnici ročnej**

Parcela	Výmera (ha)	Predplodina	Odroda	Úroda zrna (t.ha <sup>-1</sup> )
BK-5	54,95	Slnečnica ročná	Sana	3,38
JO-4	46,99		Sana	4,00
JO-5	50,00		Axis	2,48
Spolu	151,94			
<b>Priemer</b>				<b>3,29</b>

Najvyššie úrody zrna pšenice letnej formy ozimnej sa dosiahli po predplodine kapuste repkovej pravej (4,89 t.ha<sup>-1</sup>), ktorá je charakterizovaná ako veľmi dobrá predplodina pre pšenicu. Plocha, na ktorej bola pestovaná pšenica po tejto predplodine zaberala 511,77 ha, čo je 53,5 % z celkovej výmery pestovania pšenice. Najvyššiu úrodu sme zaznamenali pri odrode Complet (6,37 t.ha<sup>-1</sup>), pestovanej na parcele NR-8 so slabo kyslou pôdnou reakciou, vyhovujúcim obsahom fosforu, nízkym obsahom draslíka a veľmi vysokým obsahom horčíka.

Naopak, najnižšia úroda po kapuste repkovej sa dosiahla na parcele UB-5 (tab. 18). Na tomto pozemku bol stanovený veľmi vysoký obsah prístupného fosforu, veľmi vysoký obsah draslíka a vysoký obsah horčíka. Môžeme preto povedať, že vysoký obsah prístupných živín pôsobil depresívne na pestovanú plodinu.



Potvrdilo sa, že kapusta repková pravá je vhodnou predplodinou pre pšenicu letnú formu ozimnú. KOVÁČ et al. (2003) uvádzajú, že repka zanecháva v pôde dostatok pohotových živín, nezhoršuje vodný režim a potláča buriny.

**Tab. 18**

**Úroda pšenice letnej formy ozimnej po predplodine kapuste repkovej pravej**

Parcela	Výmera (ha)	Predplodina	Odroda	Úroda zrna (t.ha <sup>-1</sup> )	
NR-6	15,32	Kapusta repková pravá	Atrium	5,22	
NR-8	24,39		Complet	6,37	
	39,21		Atrium	5,36	
BK-2	67,05		Atrium	4,14	
VR-5	117,32		Axis	4,76	
UB-3	135,84		Pegassos	4,91	
UB-4	25,22		Pegassos	5,13	
UB-5	34,74		Axis	3,72	
UB-7	52,68		Axis	4,18	
Spolu	511,77				
<b>Priemer</b>					<b>4,87</b>

Pšenica letná forma ozimná pestovaná po kukurici na zrna, ktorá je považovaná za menej vhodnú predplodinu ako olejniny (kapusta repková pravá, slnečnica) poskytla nižšiu úrodu ako po kapuste repkovej, avšak vyššiu ako po slnečnici. Priemerná úroda dosiahnutá po tejto predplodine bola 4,18 t.ha<sup>-1</sup> (tab. 19), pričom najvyššiu úrodu poskytla odroda Winetou na parcele UB-2 so slabou kyslou pôdnou reakciou, vyhovujúcim obsahom fosforu a draslíka a s veľmi vysokým obsahom horčíka. Najnižšiu úrodu dosiahla odroda Capo na pozemku so slabou kyslou pôdnou reakciou, vyhovujúcim obsahom fosforu a draslíka a dobrým obsahom horčíka. Pšenica letná forma ozimná bola zasiata po kukurici na zrna na ploche 144,1 ha, čo predstavuje 15 % z výmery pestovania pšenice.

**Tab. 19****Úroda pšenice letnej formy ozimnej po predplodine kukurici na zrno**

Parcela	Výmera (ha)	Predplodina	Odroda	Úroda zrna (t.ha <sup>-1</sup> )
VR-4	62,96	Kukurica na zrno	Axis	4,52
VR-10	40,26		Capo	3,42
UB-2	40,88		Winetou	4,61
Spolu	144,10			
<b>Priemer</b>				<b>4,18</b>

Najnižšie úrody boli dosiahnuté po pšenici letnej forme ozimnej. Obilniny sú v KVO a RVO všeobecne považované za zlé predplodiny pre pšenicu. Po sebe pestovaná pšenica zaberala 15,5 % celkovej výmery na ktorej bola zasiata pšenica letná forma ozimná. Priemerná úroda dosiahnutá po tejto predplodine bola 2,29 t.ha<sup>-1</sup>. Na parcele SE-4 s kyslou pôdnou reakciou, nízkym obsahom fosforu a vyhovujúcim obsahom draslíka a horčíka dosiahla odroda Axis najnižšiu úrodu v rámci celej osevnej plochy pšenice, a to 1,7 t.ha<sup>-1</sup> (tab. 20).

**Tab. 20****Úroda pšenice letnej formy ozimnej po predplodine ozimnej pšenici**

Parcela	Výmera (ha)	Predplodina	Odroda	Úroda zrna (t.ha <sup>-1</sup> )
VR-3	106,27	Pšenica letná forma ozimná	Sana	2,89
SE-4	42,32		Axis	1,70
Spolu	148,59			
<b>Priemer</b>				<b>2,29</b>

### 4.3 Bilancia živín pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej

V SR nadobudla 1.1. 2006 účinnosť Vyhláška MP SR uverejnená v Zbierke zákonov č. 338/2005, podľa ktorej každý, kto hospodári na poľnohospodárskych pozemkoch vedených v evidencii, každoročne spracováva bilančné porovnanie živín na základe vstupov a výstupov hlavných živín (N,P,K). Výsledná bilancia živín vyjadruje rozdiel medzi množstvom živín dodaných do poľnohospodárskej pôdy (v minerálnych, organických, organominerálnych, hospodárskych hnojivách a upravených kaloch, pri bilancií dusíka aj biologickou fixáciou) a množstvom živín prijatých z pôdy úrodou hlavného a vedľajšieho produktu (len ak je odvezený z poľnohospodárskeho pozemku).

Výpočet živín odobratých z pôdy úrodami pšenice letnej formy ozimnej vyžaduje informácie o dosiahnutých úrodách hlavného a vedľajšieho produktu a spôsoboch využitia vedľajšieho produktu (zber alebo zaoranie). V prílohe č. 12 k Vyhláške č. 338/2005 Z. z. je uvedený odber živín v kg na 1 tonu produktu (zrnom a slamou) pšenice letnej formy ozimnej nasledovne:  $N = 23 \text{ kg.t}^{-1}$ ,  $P = 4,1 \text{ kg.t}^{-1}$ ,  $K = 13,6 \text{ kg.t}^{-1}$ .

Základnou požiadavkou trvalo udržateľného hospodárenia na pôde je vyrovnaná bilancia živín a organickej hmoty. V zásade platí, že k udržaniu pôdnej úrodnosti v konkrétnych pestovateľských podmienkach musia byť živiny v rovnováhe s ich výstupmi z pôdy. Dlhodobý prebytok živín zistený pri bilancií indikuje možné znečistenie zložiek životného prostredia, zatiaľ čo ich trvalý deficit signalizuje vyčerpanie pôdnych zásob.

Bilancia NPK živín pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej v poľnohospodárskom podniku DONA s. r. o. Veľké Revišťa bola v roku 2008 negatívna (tab. 21).

Deficit dusíka predstavoval v priemere  $- 6,93 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ . Najvyšší deficit bol zistený na parcele NR-8 ( $- 48,49 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ ), kde sa dosiahla najvyššia úroda pšenice. Na parcelách BK-5, VR-3, VR-10 a UB-5 sa dosiahol nízky prebytok dusíka. Na parcelách JO-5 a SE-4 sa vzhľadom na nízke úrody dosiahol stredný prebytok dusíka.

Bilancia fosforu a draslíka bola vzhľadom k tomu, že sa neaplikovali fosforečné a draselné hnojivá tiež negatívna. Deficit fosforu predstavoval v priemere  $- 16,64 \text{ kg.ha}^{-1}$  a deficit draslíka v priemere  $55,19 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Vzhľadom k najvyššej dosiahnutej úrode na parcele NR-8 bol práve tu stanovený najvyšší deficit fosforu a draslíka ( $-24,04 \text{ kg.ha}^{-1}$  P

a  $-79,76 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ K}$ ). Najnižší deficit fosforu a draslíka bol dosiahnutý na parcele SE-4, kde sa dosiahla najnižšia úroda pšenice letnej formy ozimnej ( $-6,97 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}$  a  $-23,12 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ K}$ ).

**Tab. 21**  
**Bilancia živín pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej v podniku DONA, s. r. o.**  
**Veľké Revišťa v roku 2008**

Parcela	Vstup živín ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )			Odber živín: zrno + slama ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )			Bilancia živín ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
NR-6	86,4	0	0	120,06	21,40	70,99	-33,66	-21,40	-70,99
NR-8	86,4	0	0	134,89	24,04	79,76	-48,49	-24,04	-79,76
BK-2	86,4	0	0	95,22	16,97	56,30	-8,82	-16,97	-56,30
BK-5	86,4	0	0	77,74	13,86	45,97	8,66	-13,86	-45,97
VR-3	86,4	0	0	66,47	11,85	39,30	19,93	-11,85	-39,30
VR-4	86,4	0	0	103,96	18,53	61,47	-17,56	-18,53	-61,47
VR-5	86,4	0	0	109,48	19,52	64,74	-23,08	-19,5	-64,74
VR-10	86,4	0	0	78,66	14,02	46,51	7,74	-14,02	-46,51
UB-2	86,4	0	0	106,03	18,90	62,70	-19,63	-18,90	-62,70
UB-3	86,4	0	0	112,93	20,13	66,78	-26,53	-20,13	-66,78
UB-4	86,4	0	0	117,99	21,03	69,79	-31,59	-21,03	-69,79
UB-5	86,4	0	0	85,56	15,25	50,59	0,84	-15,25	-50,59
UB-7	86,4	0	0	96,14	17,14	56,85	-9,74	-17,14	-56,85
JO-4	86,4	0	0	92,00	16,40	54,40	-5,60	-6,40	-56,40
JO-5	86,4	0	0	57,04	10,17	33,73	29,36	-10,17	-33,73
SE-4	86,4	0	0	39,10	6,97	23,12	47,3	-6,97	-23,12
priemer	<b>86,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>93,33</b>	<b>16,64</b>	<b>55,19</b>	<b>-6,93</b>	<b>-16,64</b>	<b>-55,19</b>

Percento nahradenia NPK živín hnojením je uvedené v tabuľke 22.

**Tab. 22**  
**Bilancia živín pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej v podniku DONA, s. r. o.**  
**Veľké Revišťa v roku 2008**

Bilancia živín ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )				Nahradenie živín hnojením(%)			
N	P	K	NPK	N	P	K	NPK
-6,93	-16,64	-55,19	-78,76	92,57	0	0	51,10

Získané výsledky potvrdzujú, že v poľnohospodárskom podniku nevenujú pôdnej úrodnosti primeranú pozornosť. Nezohľadňovaním obsahu prístupných živín v pôde a odberu živín plánovanou úrodou pri určovaní dávok priemyselných hnojív dochádza k čerpaniu živín, najmä fosforu a draslíka z pôdnych zásob.

## 5 Diskusia

Pôda predstavuje zložitý systém chemických, fyzikálno-chemických a biologických procesov, preto citlivo reaguje na všetky neštandardné postupy pri obhospodarovaní, ktoré ohrozujú jej stabilitu. Vyžaduje sústavnú starostlivosť v komplexe pôdoochranných opatrení, vrátane optimalizácie jej chemizmu, ako podmienku trvalej udržateľnosti pôdnej úrodnosti a výkonnosti rastlinnej výroby. Významným indikátorom starostlivosti o pôdu je jej pravidelná, štátom garantovaná kontrola v systéme agrochemického skúšania pôd. Pravidelne aktualizované výsledky ASP a každoročné bilancovanie živín umožňuje účelnú reguláciu chemizmu pôd optimalizáciou stanovištných podmienok rastlín vápnením a racionálnym hnojením pôdy pestovaných plodín cieľným hnojením (KOTVAS, 2007).

Výsledky XI. cyklu ASP v poľnohospodárskom podniku DONA, s. r. o. Veľké Revišťa dokumentujú, že v podniku nevenujú pôdnej úrodnosti primeranú starostlivosť.

Pôdna reakcia je slabo kyslá ( $\text{pH} = 5,88$ ), obsah prístupného fosforu je dobrý ( $\text{P} = 89,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), obsah draslíka je vyhovujúci ( $\text{K} = 166,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a obsah horčíka je veľmi vysoký ( $\text{Mg} = 297,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).

Pôdna reakcia má vplyv na púťanie a rozpustnosť živín, na zlepšenie štruktúrneho stavu pôdy, tvorbu humusu a postupne sa jej význam posúva do polohy indikátora ekologickej stability agrárnej krajiny. Optimálne pH pre pšenicu letnú formu ozimnú je 6,2 – 7,2 (FECENKO a LOŽEK, 2000).

Stav pôdnej reakcie v hodnotenom podniku DONA, s. r. o. Veľké Revišťa vyhodnotený Riehmovým indexom je stredný, potreba vápnenia je stredná. V SR vápnenie pôd stráca svoju systematickosť odvíjajúcu sa od výsledkov ASP. Stav pôdnej reakcie sa globálne zhoršuje. Vápnené plochy hlboko zaostávajú za výmerami určenými podľa výsledkov ASP (KOTVAS, 2007; KOBZA a GÁBORIK, 2010).

Zásobenosť prístupného fosforu vyhodnotená Reihmovým indexom je priaznivá, zásobenosť draslíka je v uspokojivá a zásobenosť horčíka je veľmi priaznivá. Poľnohospodárske pôdy SR sa vyznačujú uspokojivou zásobenosťou prístupného fosforu, priaznivou zásobenosťou prístupného draslíka a veľmi priaznivou zásobenosťou prístupného horčíka.

V podniku DONA, s. r. o. Veľké Revišťa sa v hodnotenom roku pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej neaplikovali priemyselné fosforečné a draselné hnojivá.

Môžeme teda konštatovať, že plodiny čerpajú živiny zo „starej sily“. Ak by tento trend pokračoval dlhodobo, možno predpokladať zníženie obsahu prístupných živín v pôde a následné zníženie úrod pestovaných plodín.

Pokles pôdnej úrodnosti je väčšinou proces pozvoľný, najmä na úrodnejších pôdach, čo často zavádza k mylným predstavám, že plodiny možno pestovať bez vracania odobratých živín – obnovy pôdnej úrodnosti. Krátkodobé úspory z obmedzených vstupov sú dlhodobou pôžičkou, ktorú musíme alebo budú musieť splatiť budúce generácie aby mohli žiť a racionálne na pôde hospodáriť (FECENKO,1999).

Vo výžive ozimnej pšenice má osobitné postavenie dusík, ktorý je popri agroekologických faktoroch prostredia limitujúcim činiteľom úrody za predpokladu, že aj ostatné živiny sú optimalizované (HANÁČKOVÁ, 2009).

V podniku DONA, s. r. o. Veľké Revišťa sa pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej dosiahla priemerná úroda  $4,16 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , pričom najvyššiu úrodu dosiahla odroda Complet po predplodine kapuste repkovej prevej. Najnižšiu úrodu sme zaznamenali u odrody Axis po predplodine pšenici letnej formy ozimnej.

Pri hnojení pšenice letnej formy ozimnej sa nevyužívali výsledky ASP ani rozbor pôdy či rastlín. Aplikovalo sa dusíkaté hnojivo LAV 27, v dávke  $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  pri regeneračnom a  $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  pri produkčnom hnojení (spolu  $86,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ ). Takéto preferovanie dusíkatého hnojenia bez hnojenia ostatnými živinami nemožno považovať za racionálne hnojenie, či výživu rastlín.

Základnou požiadavkou trvalo udržateľného hospodárenia na pôde je vyrovnaná bilancia živín a organickej hmoty. V zásade platí, že k udržaniu pôdnej úrodnosti v konkrétnych pestovateľských podmienkach musia byť živiny v rovnováhe s ich výstupmi z pôdy. Dlhodobý prebytok živín zistený pri bilancii indikuje možné znečistenie zložiek životného prostredia, zatiaľ čo ich trvalý deficit signalizuje vyčerpanie pôdnych zásob (HANÁČKOVÁ, 2009).

BUJNOVSKÝ a MIKLOVIČ (2002) považujú zhodnotenie bilancie živín za jeden z prvých krokov pri zlepšení hospodárenia so živinami. Sú považované za spoľahlivé indikátory udržateľného hospodárenia na pôde.

Bilancia NPK živín pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej v poľnohospodárskom podniku DONA s. r. o. Veľké Revišťa bola v roku 2008 negatívna a deficit živín bol  $-76,78 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  č. ž. NPK.

## 6. Návrh na využitie výsledkov v praxi

Výsledky ASP sú významnou informačnou databázou, ktorá umožňuje poľnohospodárskym podnikom zabezpečiť systematickú starostlivosť o pôdnu úrodnosť.

Pôdy s pH pod 5,5 sú považované za ekologicky nestabilné územia. Vápnenie slabo kyslých pôd je podmienkou poskytovania dotácii z Európskej únie v rámci jednotnej platby na plochu (SAPS).

Pri hnojení porastov je potrebné dodržiavať zásady racionálnej výživy. Treba zohľadňovať podmienky stanovišťa, predplodinu, výsledky ASP, obsah prístupných živín v pôde a ich využiteľnosť, plánovanú úrodu, obsah  $N_{an}$  v pôde a rastlinách, potrebu živín na plánovanú úrodu a delenú dávku dusíka. Hnojivá je potrebné zapracovať do orníčného profilu, aby boli vo vlhšom prostredí a v dosahu koreňového systému.

Pri využívaní výsledkov pôdných rozborov musí byť orientácia na jednozložkové hnojivá adresnejšia. Kvapalné hnojivá sú veľkým pomocníkom pri mimokoreňovej optimalizácii výživného stavu porastov v obdobiach nedostatku pôdnej vlahy.

Preferovanie dusíkatej výživy bez adekvátneho hnojenia fosforečnými a draselnými hnojivami nemožno považovať za systémové hnojenie, či výživu rastlín. Hnojenie dusíkom v harmonickom pomere s ďalšími živinami je základom vysokej a kvalitnej úrody.

Hnojenie dusíkom je potrebné realizovať v zraniteľných oblastiach v zmysle vyhlášky MP SR č. 392/2004. Podľa vyhlášky ročná dávka dusíka v priemyselných hnojivách nesmie prekročiť  $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ . V prípade, že je táto dávka aplikovaná vo forme hospodárskych hnojív, je možné navýšenie maximálne o  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$  vo forme priemyselných hnojív.

Zvýšenú pozornosť je treba venovať výberu vhodnej odrody do konkrétnej výrobnjej oblasti a zohľadniť podmienky prostredia.

Dôležitá je racionálne zvolená štruktúra osevného postupu s dostatočným zastúpením plodín prirodzene zlepšujúcich pôdnu úrodnosť, pravidelné hnojenie organickými hnojivami a akceptovanie všetkých ostatných pravidiel agrotechniky pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej.

## Záver

V predkladanej bakalárskej práci riešenej v poľnohospodárskom podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia sú vyhodnotené agrochemické vlastnosti pôdy, stanovené v XI. cykle agrochemického skúšania pôd, pomocou Riehmovho indexu na parcelách, kde sa pestovala pšenica letná forma ozimná. Cieľom bakalárskej práce bolo aj posúdiť vplyv hnojenia na produkciu zrna pšenice letnej formy ozimnej a vypočítať jednoduchú bilanciu živín N, P a K pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej.

1. V poľnohospodárskom podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia sa v roku 2008 pestovala pšenica letná forma ozimná na výmere 956,4 ha.
2. Stav pôdnej reakcie je podľa Riehmovho indexu stredný a potreba vápnenia stredná. Podiel kyslých pôd z výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej je 9,93 % a podiel slabo kyslých pôd dosahuje 90,07 %.
3. Zásoba prístupného fosforu v pôde vyhodnotená Riehmovým indexom je priaznivá. Zvýšenú pozornosť je potrebné venovať 92,32 ha s nízkym obsahom prístupného fosforu v pôde, čo predstavuje 9,65 % z plochy, na ktorej sa pestovala pšenica letná forma ozimná. Pri určovaní dávok fosforečných hnojív treba pokryť nielen potrebu fosforu na plánovanú úrodu pšenice letnej formy ozimnej, ale aj zvýšiť obsah fosforu v pôde. Hnojenie fosforečnými hnojivami nie je potrebné na výmere 34,74 ha s veľmi vysokým obsahom fosforu. Zvyšovanie tohto obsahu v pôde je nevhodné z ekologického a ekonomického hľadiska.
4. Zásobenosť pôd prístupným draslíkom v poľnohospodárskom podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia je uspokojivá. Nízky obsah prístupného draslíka sa vyskytuje na výmere 193,77 ha, čo predstavuje 20,26 % a vyhovujúci obsah na výmere 727,89, čo predstavuje 76,11 % z výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej. Hnojením draselnými hnojivami musíme pokryť potrebu draslíka na plánovanú úrodu a zároveň zvýšiť obsah draslíka v pôde na kategóriu dobrý obsah. Hnojenie draselnými hnojivami nie je potrebné na výmere 34,74 ha, čo je 3,63 % z celkovej výmery, na ktorej sa pestovala pšenica letná forma ozimná. Na tejto výmere bol stanovený veľmi vysoký obsah prístupného draslíka.



5. Na výmere 605,13 ha , čo predstavuje 63,27 % z výmery pestovania pšenice letnej formy ozimnej bol stanovený vysoký a veľmi vysoký obsah prístupného horčička. Na tejto výmere nie je vhodné používať hnojivá s obsahom horčička. Na výmere 308,95 ha bol stanovený dobrý obsah prístupného horčička, kde by sme mali dodať horčičk odobratý úrodou. 4,42 % pripadá na plochu, kde bol stanovený vyhovujúci obsah horčička a je potrebné ho zvýšiť na kategóriu dobrý obsah. Podľa Reihmovho indexu je zásobenosť pôd horčikom v podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia veľmi priaznivá.
6. Priemerná úroda pšenice letnej formy ozimnej v poľnohospodárskom podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia bola  $4,16 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .
7. V poľnohospodárskom podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia sa na hnojenie pšenice letnej formy ozimnej nevyužívali výsledky ASP pre určenie dávok fosforečných a draselných hnojív. Podobne aj dávky dusíkatých hnojív neboli stanovené na základe obsahu  $N_{an}$  v pôde a obsahu N v rastline. Pri pestovaní pšenice sa aplikovali rovnaké dávky dusíka, t. j.  $86,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ , pričom fosforečné a draselné hnojivá sa neaplikovali vôbec. Dusík bol aplikovaný vo forme liadku amónneho s vápencom v dávke  $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  pri regeneračnom a v dávke  $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  pri produkčnom hnojení.
8. V roku 2008 bola pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej v poľnohospodárskom podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia negatívna bilancia NPK živín. Deficit živín činil  $-78,76 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$  NPK, z toho deficit dusíka bol  $-6,93 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , deficit fosforu  $16,64 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  a deficit draslíka  $-55,19 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .
9. Získané výsledky potvrdzujú, že v poľnohospodárskom podniku DONA, s. r. o. Veľké Revištia nevenujú pôdnej úrodnosti na primeranú pozornosť. Nezohľadňovaním obsahu prístupných živín v pôde a odberu živín plánovanou úrodou pri určovaní dávok priemyselných hnojív dochádza k čerpaniu živín, najmä fosforu a draslíka z pôdnych zásob, čo je v rozpore s udržateľným hospodárením na pôde.

## Zoznam použitej literatúry

1. AIGNER, L. 1988. cit. VANĚK et al. 2007. Výživa polních a záhradních plodin. Praha: Profi Press, 2007. s. 123 ISBN 976-80-86726-25-0
2. BIELEK, P. 1998. Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Bratislava: VÚPU, 1998. 256 s. ISBN 80-8536-144-2
3. BÍZIK, J. et al. 1996. Výživa rastlín. Nitra: SPU, 1996. 102 s.
4. BUJNOVSKÝ, R. 1998. Hnojenie a úrodnosť pôdy. In: Trvalo udržateľná úrodnosť, pôda a protierózna ochrana. Zborník referátov, Bratislava: VÚPÚ, 1998. s. 109-116
5. BUJNOVSKÝ, R. – MIKLOVIČ, D. 2002. Efektívne využívanie živín v poľnohospodárskom podniku – nevyhnutná súčasť úspešného hospodárenia. In: Agrochémia, roč. 4, 2001. č. 1, s. 28-30
6. DOMMARGUES, Y. – MANGENOT, F. 1970. Ecologie microbiene du sol. Paris: Masson, 1970. 340 s.
7. DORAN, J. W. et al. 1998. Determinants of soil quality and health. In: LAL, R. et al. Soil quality and soil erosion. CRC Press LLC, Boca Raton, 1998.
8. DŽATKO, M. 1985. Hodnotenie pôdno-ekologických podmienok pre účely racionálneho využívania poľnohospodárskeho pôdneho fondu. Syntetická správa. Bratislava: VÚPVR, 1985. 61 s.
9. DŽATKO, M. 1997. Sustainable land use modeling and agricultural landscape ecology. Amsterdam: WLO, 1997. 27 p.
10. FECENKO, J. 1999. Hladovaním pôdy sa začína hladovanie rastlín, ľudí a zvierat. In: Agrochémia, roč. 3. 1999. č. 3. s 6 – 8.
11. FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. Nitra: SPU, 2000, 452 s. ISBN 80-7137-777-5
12. HANÁČKOVÁ, E. 1995. Racionalizácia dusíkatej výživy ozimnej pšenice. Kandidátska dizertačná práca. Nitra: SPU, 1995. 170 s.
13. HANÁČKOVÁ, E. 2002. Výživa a hnojenie v trvalo udržateľnom záhradníctve. In: DEMO, M. – HRIČOVSKÝ, I. et al. Trvalo udržateľné technológie v záhradníctve. Nitra: SPU, Bratislava: VÚPOP, 2002. s. 73-141, ISBN 80-8069-056-1
14. HANÁČKOVÁ, E. 2004. Výživa a hnojenie rastlín v trvalo udržateľných poľnohospodárskych systémoch. In: DEMO, M. – LÁTEČKA, M. 2004.

- Projektovanie trvalo udržateľných poľnohospodárskych systémov v krajine. Nitra: SPU, Bratislava: VÚPOP, 2004. 723 s. ISBN 80-8069-391-9
15. HANÁČKOVÁ, E. 2009. Vplyv hnojenia na produkčný proces ozimnej pšenice. In: Naše pole, 2009, č. 10. s. 34-36
  16. KOVÁČ, K. – KUBINEC, S. et al. 1998. Pestovanie ozimnej pšenice a pôdoochranné technológie pestovania obilnín. Piešťany: VÚRV, 1998. 66 s.
  17. KOVÁČ, K. 2003. Minimálne obrábanie pôdy. In: KOVÁČ, K. et al.: Všeobecná rastlinná výroba. 2003. s. 236-238, ISBN 80-8069-136-3
  18. KOVÁČIK, P. 2001. Metodika bilancie živín v pôdach ekologicky hospodáriacich podnikov. Nitra: SPU, 2001. 44 s. ISBN 80-7137-957-3
  19. KOVÁČIK, P. 2005. Výživa a hnojenie rastlín v ekologickom poľnohospodárstve. In: LACKO – BARTOŠOVÁ, M. et al. Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo. Nitra: SPU, 2005. 575 s. ISBN 80-8069-556-3
  20. KOBZA, J. – GÁBORIK, Š. 2010. Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In: Agrochémia, roč. 14, 2010, č. 1. s. 3 – 8
  21. KOTVAS, F. et al. 2000. Výsledky agrochemického skúšania pôd (X. cyklus ASP). Bratislava: ÚKSÚP, 2000. 100 s.
  22. KOTVAS, F. et al. 2007. Výsledky agrochemického skúšania pôd (XI. cyklus ASP). Bratislava: ÚKSÚP, 2007. 96 s.
  23. LOŽEK, O. et al. 1998. Racionálne využívanie agrochemikálií v poľnohospodárstve. Nitra: SPU, 1998. 312 s.
  24. MAČUHOVÁ, K. et al. 1990. Pestovanie obilnín. Bratislava: Príroda, 1990, 272 s.
  25. MATULA, J. 1998. Výživa a hnojenie draslíkom. In: Agrochemie, roč. 3, 1998, č. 8. s. 42 – 46
  26. MICHALÍK, I. 2001. Molekulárne a energetické aspekty príjmu živín v rastlinách. Nitra: SPU, 2001. 158 s.
  27. MICHALÍK, I. – BÍZIK, J. – LOŽEK, O. 1986. Využitie rozborov rastlín na obsah dusíka pri racionalizácii hnojenia v procese intenzifikácie. In: Kroměřížske obilninárske dny: Sborník referátu. Kroměříž: Oseva, ČSVTS, 1986. s. 117 - 124
  28. MICHALÍK, I. – LOŽEK, O. 1986. Komplexná metodická diagnostikácia dusíkatej a fosforečnej výživy ozimnej pšenice a ozimného jačmeňa pre účely základného, regeneračného, produkčného a kvalitatívneho hnojenia. Nitra: VŠP, 1986. 13 s.

29. PAČUTA, V. – ČERNÝ, I. – POLÁČEK, M. 1998. Pestovanie poľných plodín. Nitra: ÚVTIP, 1998. 128 s.
30. PETR, J. et al. 1987. Počasí a výnosy. Praha: SZN, 1987, 368 s.
31. PROCHÁZKA, S. et al. 1998. Fyziologie rostlin. Praha: Academia, 1998, 484 s. ISBN 80-200-0586-2
32. ROVIRA, A. D. 1995. Sustainable farming systems in the cereal – livestock areas of the mediterranean region of Australia. In COOK, H. F. – LEE, H. C. et al. Soil managment in sustinable agriculture. Conf. on sustainable agriculture. Wye College Press Ashford, 1995. 12-30 s.
33. ŠIMANSKÝ, V. 2006. Vlastnosti organickej hmoty pôdy a stabilita pôdných agregátov: dizertačná práca. Nitra: SPU, 2006, 134 s.
34. ŠOLTYSOVÁ, B. 2007. Fosfor v prírode a v pôde. [online] 2007. [cit. 2010-03-02]. Dostupné na internete: <http://scpv-ua.sk/index.php/2007-pr-16/15-fosfor-v-prirode-a-v-pode>
35. ŠOLTYSOVÁ, B. 2007. Horčík v prírode a v pôde. [online]2007.[cit. 2010-03-05]. Dostupné na internete: <http://www.scpv-ua.sk/index.php/2007-pr-17/5-2007-pr-17/30-horcik-v-prirode-a-v-pode>
36. ŠOLTYSOVÁ, B. 2007. Vápnik v prírode a v pôde. [online] 2007. [cit. 2010-03-05]. Dostupné na internete: <http://www.scpv-ua.sk/index.php/2007-pr-18/41-vapnik-v-prirode-a-v-pode>
37. TEREN, J. 2002. Draslík – základný prvok všetkých živých organizmov. In: Naše pole, roč. 6, 2002, č. 9, s. 32-33
38. TOMAŠ, J. – HRONEC, O. et al. 2007. Poškodzovanie pôd a rastlín ľudskými činnosťami. Nitra: SPU, 2007, 110 s. ISBN 978-80-8069-9024
39. TORMA, S. 1994. Draselné hnojenie a kvalita produkcie. In: Agrochémia, 1994, č. 9-10, s. 155-159
40. TORMA, S. 2001. Bilancia živín v pôde pri hospodárení s obmedzenou aplikáciou hnojív. In: Zborník prednášok, VI. zjazd vo Zvolene. Bratislava: VÚPOP, 2001. s. 145 – 149
41. VANĚK, V. et al. 2007. Výživa poľných a záhradných plodín. Praha: Profi Press, 2007. 176 s. ISBN 976-80-86726-25-0
42. Vyhláška č. 338/2005 Zb. Ministerstva poľnohospodárstva Slovenskej republiky zo 6. júla 2005.