

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

Evidenčné číslo: 1132878

**HODNOTENIE ÚROVNE HNOJENIA A VÝPOČET
HUMUSOVÉHO SALDA V POĽNOHOSPODÁRSKOM
DRUŽSTVE HRONSKÉ KĽAČANY**

2011

Michal Havala

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

**HODNOTENIE ÚROVNE HNOJENIA A VÝPOČET
HUMUSOVÉHO SALDA V POĽNOHOSPODÁRSKOM
DRUŽSTVE HRONSKÉ KĽAČANY**

Bakalárska práca

Študijný program:	Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka
Študijný odbor:	4140700 Všeobecné poľnohospodárstvo
Školiace pracovisko:	Katedra agrochémie a výživy rastlín
Školiteľ:	doc. Ing. Pavol Slamka, PhD.

Nitra 2011

Michal Havala

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Michal Havala vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému: „Hodnotenie úrovne hnojenia a výpočet humusového salda v poľnohospodárskom družstve Hronské Kľačany“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry. Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre, 11. máj 2011

Pod'akovanie

Touto cestou vyslovujem pod'akovanie vedúcemu bakalárskej práce doc. Ing. Pavlovi Slamkovi, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní bakalárskej práce.

Abstrakt

V bakalárskej práci sme sa zaoberali rozborom pôdy v poľnohospodárskom družstve Hronské Kľačany.

Cieľom bakalárskej práce bolo na základe získaných podkladov z poľnohospodárskeho družstva Hronské Kľačany a 2 cyklov ASP vyhodnotiť stav zásobenosti pôd, bilanciu humusu (humusové saldo) a vypočítať potrebu vápnenia na vybraných honoch.

Poľnohospodárske družstvo Hronské Kľačany sa zaoberá rastlinnou a živočíšnou výrobou. V rastlinnej výrobe sa hlavne zameriava na pestovanie obilnín a v živočíšnej výrobe je zamerané na chov hovädzieho dobytku.

Dospeli sme k tomu, že nedostatkom vápnenia na poľnohospodárskom družstve Hronské Kľačany nám klesol podiel alkalických a neurálnych pôd a stúpol nám podiel slabo kyslých a kyslých pôd. Zásobenosť pôd prístupným fosforom a drasíkom je na dobrej úrovni, ale i napriek tomu je potrebné udržiavať hnojenie. Zásobenosť pôd prístupným horčíkom je veľmi vysoká a preto nie je potrebné hnojenie touto živinou.

Kľúčové slová: hnojenie plodín – poľnohospodárske družstvo Hronské Kľačany – priemyselné hnojivá – organické hnojivá – agrochemické skúšanie pôd.

Der Abstrakt :

In unserer Arbeit beschäftigten wir uns mit der Analyse des Bodens in dem Landwirtschaftlichen Genossenschaft – Hronské Kláčany.

Das Ziel unserer Arbeit war : wir sollten aufgrund der erhaltenen Materialien aus dem Landwirtschaftlichen Genossenschaft und aus den zwei Zyklen ASP den Zustand des Reichtums der Boden und die Bilanz des Humus feststellen, wir sollten den Bedarf des Kalksteins auf den gewählten Felder berechnen.

Das Landwirtschaftliche Genossenschaft – Hronské Kláčany beschäftigt sich mit der Pflanzenproduktion und mit der Tierischenproduktion. In der Pflanzenproduktion konzentrieren sie sich auf die Kultivierung von Getreidekulturen und in der Tierischenproduktion konzentrieren sie sich auf die Viehzucht.

Wir erreichten dieses Ergebnis : wegen des Mangels an die Vapenierung senktet uns der Anteil an den alkalischen und neutralen Boden und stieget uns der Anteil an den saueren und schwach-sauerem Boden. Das Reichtum der Boden an zugängliches Phosphor und Kalium ist ganz gut, trotzdem es ist nötig die Düngung festzuhalten. Das Reichtum der Boden an zugängliches Magnesium ist sehr groß und deshalb es ist unnötig mit diesem Nährstoff zu düngen.

Die Schlüsselwörter : Die Dünung von Pflanzen – Das Landwirtschaftliche Genossenschaft Hronské Kláčany – Die Künstdünger – Die organische Dünger – Die ageochemische Prüfung der Boden.

Obsah

Úvod.....	8
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	9
1.1 Pôda a jej zloženie.....	9
1.2 Chemické vlastnosti pôdy.....	10
1.2.1 Pôdna reakcia.....	11
1.2.2 Sorpčná schopnosť pôdy.....	12
1.2.3 Chemické zloženie minerálneho podielu.....	13
1.2.4 Organický podiel pôdy.....	14
1.3 Fyzikálne vlastnosti pôdy.....	14
1.3.1 Základne vlastnosti pôdy.....	15
1.3.2 Niektoré funkčné vlastnosti pôdy.....	16
1.4 Úrodnosť – základná vlastnosť pôdy.....	17
1.5 Produkčná schopnosť pôdy.....	18
1.6 Živiny vo výžive rastlín.....	19
1.6.1 Dusík.....	19
1.6.2 Fosfor.....	20
1.6.3 Draslík.....	21
1.6.4 Horčík.....	22
1.6.5 Vápnik.....	22
1.6.6 Síra.....	23
1.6.7 Mikroelementy – stopové prvky.....	23
1.7 Hnojenie rastlín.....	24
1.7.1 Priemyselné hnojivá.....	25
1.7.2 Organické hnojivá.....	26
1.7.2.1 Maštalný hnoj.....	27
1.7.2.2 Hnojovica – tekutý hnoj.....	27
1.7.2.3 Močovka.....	28
1.7.2.4 Komposty.....	28
1.7.2.5 Zelené hnojenie.....	29
2 Cieľ práce.....	30
3 Materiál a metódy.....	31

4 Výsledky práce.....	36
4.1 Charakteristika družstva.....	36
4.2 Prírodné podmienky.....	36
4.3 Vyhodnotenie výrobných podmienok.....	37
4.3.1 Rastlinná výroba.....	37
4.3.2 Živočíšna výroba.....	38
4.3.3 Hnojenie organickými hnojivami.....	38
4.4. Vyhodnotenie agrochemických vlastností pôdy v 2 cykloch ASP.....	39
4.4.1 Vyhodnotenie pôdnej reakcie.....	39
4.4.2 Vyhodnotenie vývoja zásobenosti pôd prístupným fosforom.....	41
4.4.3 Vyhodnotenie vývoja zásobnosti pôd prístupným draslíkom.....	42
4.4.4 Vyhodnotenie vývoja zásobenosti pôd prístupným horčíkom.....	43
4.5 Vypracovanie plánu vápnenia.....	44
4.6 Bilancia humusu, výpočet salda humusu.....	47
5 Záver.....	49
5.1 Návrh na využitie výsledkov.....	50
6 Použitá literatúra.....	51

Úvod

Poľnohospodárska výroba je základnou hospodárskou činnosťou človeka, predstavuje systematické využívanie prírodných zdrojov a síl k zabezpečeniu potravy a ďalších surovín pre človeka.

Hlavným výrobným prostriedkom je pôda. Charakteristickou činnosťou v poľnohospodárstve je obrábanie pôdy, pestovanie kultúrnych plodín a chov hospodárskych zvierat. Hlavnými produktami poľnohospodárskej výroby sú potraviny pre obyvateľstvo, krmoviny pre hospodárske zvieratá, vedľajšími zas suroviny pre potravinársky a ľahký priemysel.

Poľnohospodárstvo sa delí na rastlinnú a živočíšnu výrobu. Základom rastlinnej výroby je poľnohospodárska pôda, ktorá sa delí na: orná, s trvale trávnatými porastmi, s trvalými kultúrami. Úlohou rastlinnej výroby je pestovanie poľnohospodárskych plodín, ktoré zabezpečujú výživu obyvateľstva, krmivo pre poľnohospodárske zvieratá a suroviny pre priemysel. Na svetovú rastlinnú výrobu pripadá 65% poľnohosp. výroby. Živočíšna výroba vyhodnocuje zdroje rastlinnej výroby ich pretváraním na živočíšne produkty, zabezpečuje výživu obyvateľstva a dodáva suroviny pre niektoré odvetvia spracovateľského priemyslu.

Neoddeliteľnou súčasťou pôd je organický podiel, ktorý výrazne ovplyvňuje pôdotvorný proces a formovanie pôdných vlastností. Organický podiel pôdy je podstatne menší ako minerálny, jeho obsah v poľnohospodárskych pôdach zriedka prevyšuje 5% (najčastejšie 2-3%). Organická časť pôdy je v podstate zastúpená dvoma zložkami – živými rastlinnými a živočíšnymi organizmami a neživou organickou hmotou. Prítomnosť obidvoch zložiek je navzájom podmienená, pretože živé organizmy formujú neživú organickú hmotu a táto je nevyhnutným zdrojom energie a živín pre živé organizmy. Preto, čím je úroda vyššia, tým viac organických látok zostáva v pôde.

Bakalárska práca pozostáva z piatich kapitol, na ktoré sa viažu konkrétne podkapitoly. Práca je orientovaná teoreticky hlavne na výživu a hnojenie poľnohospodárskych plodín a ich aplikáciu na vybranom poľnohospodárskom družstve.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

1.1 Pôda a jej zloženie

Pojem pôda si rozdielne vysvetľuje nielen laická verejnosť, ale aj odborníci. Podmieňuje to skutočnosť, že záujem o pôdu je taký starý, ako je stará ľudská spoločnosť. Napríklad z geologického hľadiska je pôda zvetraná časť zemskej kôry premiešaná zvyškami odumretých rastlinných a živočíšnych organizmov. Agrochemici sa pozerajú na pôdu ako na zásobáreň živín potrebných na výživu rastlín. Podľa ekológov a enviromentalistov je podmienený systémovým nazeraním na prírodu a krajinu a pôdu chápu ako jednu zo zložiek prírodného prostredia (Krnáčová, Hreško, Ďugová 2008).

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 časti tuhej fázy obsahujú živiny K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, a 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 rozpustné aj plyny O₂ a CO₂. Plyná fáza pôdy sprostredkováva výmenu plynov medzi živými organizmami v pôde (rastlinné korene, baktérie, huby, vyššie organizmy) a atmosférou. Ide o zásobovanie živým pôdnym organizmom s O₂ s odstraňovaním CO₂, ktorý je produkovaný pri dýchacích a rozkladacích procesoch v pôdnom prostredí. Živiny v jednotlivých fázach sú úzkom vzájomnom prepojení (Bizík 1996).

Na význam pôdy ako najväčšieho prírodného bohatstva ľudstva, bez ktorého nie je možná existencia človeka poukazuje aj Európska charta o pôde, ktorá bola prijatá Európskou radou (Council of Europe) v roku 1972. V dvanástich bodoch všestranne a výstižne definuje význam pôdy pre človeka a jeho životné prostredie:

- Pôda je jedným z najdrahocenejších ľudských majetkov. Umožňuje život na zemskom povrchu rastlinám, živočíchom i človeku.
- Pôda je obmedzený zdroj, ktorý sa ľahko ničí.

- Priemyselná spoločnosť používa pôdu pre poľnohospodárstvo rovnako ako pre priemysel a ostatné účely. Politika regionálneho plánovania musí byť v súlade s vlastnosťami pôdy a dnešnými i budúcimi potrebami spoločnosti.
- Poľnohospodári a lesníci musia aplikovať metódy, ktoré chránia kvalitu pôdy.
- Pôda sa musí chrániť proti erózii.
- Pôda sa musí chrániť proti znečisťovaniu.
- Rozvoj urbanizácie musí byť plánovaný tak, aby spôsoboval čo najmenej škody na pôde.
- Pri výstavbách inžinierskych sietí sa musia už v etape ich plánovania zohľadniť vplyvy na príľahlé pôdy.
- Súpis zdroj pôdy je nepostrádateľný.
- Na zabezpečenie širokého používania a ochrany pôdy sa požaduje ďalší výskum a interdisciplinárna spolupráca.
- Ochrana pôdy sa musí vyučovať na všetkých úrovniach škôl a stále viac udržiavať v pozornosti verejnosti.
- Vlády a úradné orgány musia účelne plánovať, využívať a ochraňovať zdroje pôdy (Hanes 1997).

1.2 Chemické vlastnosti pôdy

Úlohou chémie pôdy je aj štúdium zmien v charaktere chemických a fyzikálno-chemických procesov, ktoré prebiehajú vplyvom hospodárenia na pôde, najmä vplyvom hnojenia. Z hľadiska poľnohospodárskeho využitia pôd najzávažnejšou úlohou chémie pôdy je vysvetlenie podmienok vývoja rastlín na rôznych pôdach, ako aj rozpracovanie najvhodnejších zásahov do chemických vlastností pôdy za účelom zvýšenia ich úrodnosti (Krnáčová, Hreško, Ďugová 2008).

Medzi základné chemické vlastnosti patrí:

- pôdna reakcia,
- sorpčná schopnosť pôdy a charakter sorpčného komplexu,
- chemické zloženie minerálneho podielu pôdy,
- organický podiel pôdy (obsah humusu a jeho kvalitatívne zloženie) (Hanes 1997).

1.2.1 Pôdna reakcia

Pôdna reakcia významne ovplyvňuje vlastnosti pôd a je jedným z dôležitých ukazovateľov pôdnej úrodnosti. Zasahuje do mnohých pôdotvorných procesov a ovplyvňuje životnú činnosť pôdotvorných organizmov. Zároveň bezprostredne ovplyvňuje predovšetkým rozpustnosť mnohých látok, prístupnosť živín, adsorpciu a desorpciu katiónov, biochemické reakcie, štruktúru pôdy a tým i fyzikálne vlastnosti atď. (Hanes 1997).

Pôdna reakcia sa vzťahuje najmä na pôdny roztok a môže sa meniť od veľmi kyslej až po zásaditú. Prakticky sa stanovuje vo vodnom výluhu, ale z agrochemického hľadiska je praktickejšie využiť stanovenie výluhu KCl. Číselne sa pôdna reakcia vyjadruje hodnotou pH. V prírodnom prostredí sa tieto hodnoty pohybujú v rozpätí od 2 do 11. Reakciu pôdneho roztoku určuje aktivita voľných iónov H^+ a OH^- v roztoku. Pôdna reakcia sa často stotožňuje s pôdnou kyslosťou, čo však nie je správne. Vyjadruje totiž len tú časť kyslosti, ktorá je vlastná pôdnemu roztoku a ktorú voláme aktívna kyslosť pôdy. Je to kyslosť pôdneho roztoku podmienená prevahou koncentrácie voľných vodíkových iónov nad hydroxidovými iónmi. Voľné vodíkové ióny sa môžu v pôdnom roztoku udržať len vtedy, keď je nedostatok zásaditých solí (napr. $CaCO_3$) a v sorpčnom komplexe majú prevahu H^+ ióny (Ducsay, Varga 2010).

Na pôdnu reakciu majú rozhodujúci vplyv:

- *Vnútorne (endogénne) činitele*, t.j. najmä chemizmus a textúra horniny, z ktorej pôda vzniká
- *Vonkajšie (exogénne) činitele*, medzi ktoré patria najmä:
- atmosferické činitele (najmä množstvo zrážok, ktoré je schopné prenikať do pôdy a vylúhovať tie látky, ktoré vplývajú na pufrovnosť pôdy a teda aj na stabilitu jej reakcie),
- biologický činiteľ (najmä charakter odpadu rastlinných zvyškov a výlučkov koreňov, ktoré sú zdrojom iónov vodíka),
- činnosť človeka, ktorý používaním chemicky alebo fyziologicky kyslých a zásaditých hnojív pomáha prírode k premene horniny, z ktorej pôda vzniká (Masaryk a kol. 1980).

Pôdna reakcia sa vyjadruje v pH jednotkách. Sorensen definoval pH ako záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových (hydroxóniových) katiónov.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

V dôsledku veľkej zložitosti vzťahov v pôde, sa rozlišuje pôdna reakcia na: aktívnu a výmennú. *Aktívna pôdna reakcia* je určovaná H^+ iónmi (presnejšie H_3O^+) a OH^- voľne prítomnými v pôdnom roztoku. Vyjadruje sa v pH.

Výmenná pôdna reakcia je okrem voľných H^+ a OH^- iónov determinovaná obsahom H^+ a Al^{3+} iónov adsorbovaných pôdnym koloidným komplexom, ktoré sa uvoľnia do pôdneho roztoku pôsobením hydrolyticky neutrálnych solí (NaCl , KCl , CaCl_2). Udáva sa v jednotkách pH alebo v $\text{mmol (p+)}. \text{kg}^{-1}$ pôdy (Hanes 1997).

1.2.2 Sorpčná schopnosť pôdy

Schopnosť pôdy pútať (sorbovať) ióny i molekuly rôznych látok z pôdneho roztoku a tak zabrániť ich vyplavovaniu z pôdy sa nazýva sorpčná schopnosť pôd. V dôsledku sorpčnej schopnosti sa pôda stáva rezervoárom živín pre rastliny. Pri sorpcii živín, hlavne fyzikálno-chemickej (výmennej), zohráva značnú úlohu fyzikálno-chemická povaha živín, na základe ktorých delíme živiny na tzv. katióny a anióny s rôznym iónovým mocenstvom (Ducsay, Varga 2010).

Gedrojc na základe spôsobu zadržania látok v pôde vyčlenil niekoľko mechanizmov sorpcie –mechanickú, fyzikálnu, fyzikálno-chemickú, chemickú a biologickú.

Mechanická sorpcia spočíva v mechanickom zadržiavaní jemných častíc v pôdnych póroch. Závisí od zrnitosti a agregátového zloženia pôd. Pôdy stredne ťažké, ťažké a jemno agregátové sa vyznačujú vyššou mechanickou sorpciou, ako pôdy piesočnaté a hrubo agregátové.

Fyzikálna sorpcia súvisí s povrchovými javmi na fázovom rozhraní koloidnej sústavy. Podmienená je voľnou povrchovou energiou, ktorá vzniká na rozhraní pevných častí pôdy a pôdneho roztoku. Prejavuje sa zväčšovaním (pozitívna sorpcia) alebo znižovaním (negatívna sorpcia) koncentrácie molekúl na povrchu pevnej fázy a ich poklesom alebo vzostupom v pôdnom roztoku.

Fyzikálno-chemická (výmenná) sorpcia spočíva vo výmene iónov medzi pôdnym koloidným komplexom a pôdnym roztokom, ktorá sa uskutočňuje v ekvivalentných pomeroch. Tento mechanizmus sorpcie sa považuje za najdôležitejší.

Chemická sorpcia súvisí so zadržiavaním tých iónov v pôde, ktoré za určitých podmienok vytvárajú málo rozpustné resp. nerozpustné zlúčeniny. Tie sú potom mechanicky zadržiavané pevnou fázou pôdy a tvoria jej súčasť.

Biologická sorpcia sa prejavuje prijímaním biogénnych prvkov rastlinami a mikroorganizmami z pôdneho koloidného komplexu. Biologická sorpcia je selektívna (výberová), pretože organizmy absorbujú tie prvky, ktoré potrebujú k svojmu životu (Hanes 1997).

1.2.3 Chemické zloženie minerálneho podielu pôdy

Chemické zloženie minerálneho podielu pôdy závisí prvotne od charakteru horniny, z ktorej pôda vznikla a druhotne od charakteru pôdotvorného procesu. Celkový chemický rozbor robíme rozložením jej minerálnej časti v kyseline fluorovodíkovej alebo alkalickým tavením s uhličitanom sodným (Hanes 1997).

V pôde väčší význam majú najmä kyslík a vodík (ako elementy vody, ktorá nie je napr. vo vyvrených horninách). Osobitnú pozornosť v pôdach si zasluhujú uhlík a dusík, ktorých je v pôde dvadsaťkrát (dusíka desaťkrát) viac ako v litosfére. Tieto dva prvky tvoria podstatnú časť pôdnej organickej hmoty. Ďalej je v pôdach oproti litosfére menej hliníka, železa, vápnika, sodíka, draslíka a horčíka, pričom zmena v obsahu každého z týchto prvkov závisí od procesov zvetrávania (Krnáčová, Hreško, Ďugová 2008).

Totálny (celkový) chemický rozbor minerálnej časti pôdy poskytuje informácie o tzv. *minerálnej sile pôdy (horniny)*. V poľnohospodárskej geológii a pedológii sa hodnota minerálov (hornín) určuje podľa obsahu biogénnych prvkov. Pri zvetrávaní minerálov sa biogénne prvky uvoľňujú a prechádzajú do rozpustnej formy. Niektoré z nich sa hromadia (viažu na koloidy) a iné podliehajú migrácii v profile. Podľa množstva minerálov bohatých na hlavné biogénne prvky sa posudzuje minerálna sila pôdy. *Stupeň minerálnej sily pôdy* posudzujeme aj na základe pomeru zvetrateľného minerálneho podielu s obsahom dôležitých biogénnych prvkov k celkovému minerálnemu podielu. Chemické zloženie minerálneho podielu slúži aj na zistenie stupňa zvetrávania horniny, zistenie procesov translokácie a akumulácie látok (Hanes 1997).

1.2.4 Organický podiel pôdy

Organické látky tvoria v pôdach veľmi heterogénnu skupinu. Možno sem zaradiť živé a mŕtve organizmy, pod uvedeným pojmom však budeme chápať len tie organické látky, ktoré sú tvorené chemickým a biologickým rozkladom, prevažne rastlinných zvyškov, čiže neživú frakciu (Krnáčová, Hreško, Ďugová 2008).

Neživá organická hmota významne ovplyvňuje najmä fyzikálne i chemické vlastnosti pôdy a zvyšuje celkovú úrodnosť pôdy. Zlepšuje pórovitosť, štruktúrnosť, obrábatelnosť, záhrevnosť a vodný režim pôdy. Organická hmota pôdy sa tvorí vplyvom činnosti rastlín, mikroorganizmov a pôdnej fauny. Preto, čím je úroda vyššia, tým viac organických látok zostáva v pôde (Fecenko, Ložek 2000).

Pôdny humus predstavuje zložitý, premenlivý súbor organických látok, líšiacich sa pôvodom, fyzikálno-chemickými vlastnosťami a spätosťou s minerálnym podielom. V podstate humus tvoria *nešpecifické organické látky* (cukry, bielkoviny, alkoholy, mastné kyseliny a i.) s obsahom do 15% a *špecifické humusové látky* (humínové kyseliny, fulvokyseliny, humíny) tvoriace podstatnú časť humusu (85-90%) (Hanes 1995).

1.3 Fyzikálne vlastnosti pôdy

Fyzikálnymi nazývame také vlastnosti pôdy, ktoré možno ohodnotiť vizuálne alebo ohmatom a určiť pomocou škál a stupníc tvar, silu a intenzitu. Každá pôda je charakteristická súhrnom fyzikálnych vlastností závislých od prírody a relatívneho množstva prítomných komponentov, ako i vzájomného spojenia. Každá pôda (typ) je charakteristický viacerými fyzikálnymi vlastnosťami, ktoré sú podmienené disperzitou pôdnych častíc, ich priestorovým usporiadaním a vzájomnými vzťahmi medzi pevnými časticami, kvapalnou fázou (pôdnym roztokom) a vzduchom. Z uvedeného vyplýva, že pôda je pórovité teleso, ktorého fyzikálne vlastnosti sa vyznačujú viacerými špecifickými vlastnosťami. Patria k nim také ako štruktúra, pórovitosť, mocnosť pôdneho profilu alebo horizontov a farba.

Na základe rozsiahleho výskumu a získania poznatkov sa ukázala potreba rozčleniť fyzikálne vlastnosti podľa vzťahu k pôde a funkčnosti na dve skupiny:

Základné (prvotné) vlastnosti, ktoré sú úzko spojené s priestorovým usporiadaním pôdnej hmoty a jej kvalitatívnymi vlastnosťami. Patria k nim merná a objemová hmotnosť, štruktúrnosť, pórovitosť.

Funkčné (druhotné) vlastnosti, ktoré sú závislé od základných a sú výsledkom funkcie pôdy, ako prostredia obývaného rastlinami a živočíchmi. Z hľadiska funkcie pôdy charakterizujú jej vzťah k vzduchu, teplu, vode a fyzikálno-mechanickým (technologickým) vlastnostiam. Zaráďujeme k nim vzdušný, tepelný a vodný režim, ďalej k nim patria súdržnosť, lepivosť, konzistencia, vláčnosť, plasticnosť, napučovanie, usadenie, orbový odpor, zrelosť pôdy a pôdny prísušok (Hanes 1997).

1.3.1 Základné fyzikálne vlastnosti pôdy

Zrornosť pôdy

Zrnostné zloženie pôdy charakterizujeme ako zastúpenie (obsah) jednotlivých frakcií (piesku, prachu a íli) v pôdnej vzorke, vyjadrené v hmotnostných percentách (Hanes 1999).

Pevná fáza pôdy sa skladá z elementárnych častíc (zín, granúl), rôznej veľkosti (kamene, štrk, piesok, prach, íl, koloidy), ktoré spolu tvoria polydisperzný systém rôzneho mineralogického a chemického zloženia. Jednotlivé častice podobných veľkostných rozmerov nazývame frakciami, alebo kategóriami zrnostného zloženia (Krnáčová, Hreško, Ďugová 2008).

Štruktúrnosť pôdy

Pod pojmom štruktúrnosť pôdy rozumieme schopnosť pôdy vytvárať väčšie agregáty zhlukovaním (agregáciou) zín rôzneho rozmeru (od ílových po piesočnaté), v dôsledku čoho vzniká osobitné zloženie pôdy (sloh), alebo rozpadom (dezagregáciou) veľkých zhlukov na menšie. Primárne častice pôdy, ktoré sú objektom skúmania v rámci zrnosti pôd, sa v prevažnej miere nevyskytuje ojedinele, ale vytvárajú zhluky (hrudky, agregáty) rôzneho tvaru a veľkosti, ktoré nazývame pôdnou štruktúrou (Hanes 1997).

Merná hmotnosť pôdy

Merná hmotnosť vyjadruje hmotnosť objemovej jednotky (1m^3) pevnej fázy pôdy bez pórov a vody v $\text{t}\cdot\text{m}^{-3}$, alebo v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Merná hmotnosť je málo premenlivá, pretože je závislá od mernej hmotnosti minerálov. Priemerná merná hmotnosť podpovrchových horizontov sa pohybuje v rozmedzí $2,35 - 2,75 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$. Jej využitie súvisí hlavne

s výpočtom pórovitosti a stanovenia zrnitosti pôdy. Prítomnosť humusových látok znižuje hodnoty mernej hodnoty hmotnosti a opačne, dlhodobá absencia organických látok v pôde hodnoty mernej hmotnosti zvyšuje (Krnáčová, Hreško, Ďugová 2008).

Objemová hmotnosť pôdy

Objemová hmotnosť pôdy sa charakterizuje hmotnosťou určitého objemu zeminy vyňatého z pôdneho profilu v prirodzenom zložení a vyjadruje sa v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ($\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$). Číselné hodnoty objemovej hmotnosti sú vždy nižšie hodnoty mernej hmotnosti, pretože vyjadrujú hmotnosť určitého objemu zeminy i s pôdnymi pórmi. Objemová hmotnosť je veľmi závislá od veľkosti a vodoodolnosti pôdných agregátov, od pórovitosti, obsahu vody a vzduchu v pôde. Preto objemová hmotnosť nie je stálou veličinou, ale podlieha sezónnym zmenám. V rôznych typoch pôd, v rôznych horizontoch i hĺbkach pôd sa táto objemová hodnota mení najčastejšie v rozpätí 1150 – 1750 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (Hanes 1995).

Pórovitosť pôdy

Pórovitosť pôdy vyjadruje sumárny objem všetkých pórov a medzier nachádzajúcich sa medzi pevnými časticami vyjadrená v % k celkovému objemu pôdy v neporušenom stave. Pórovitosť pôdy spolu so štruktúrou pôdy je hlavným ukazovateľom priestorového usporiadania pôdneho telesa a ukazuje na to, že pôda je porózny útvar. Medzi pevnými časticami a zhlukmi, ako i vo vnútri zhlukov sa formujú voľné priestory – póry, ktoré umožňujú zakoreňovanie a upevňovanie rastlín, existenciu pôdných organizmov, príjem, uvoľňovanie i cirkuláciu vody a vzduchu. Okrem toho sa v póroch uskutočňujú všetky fyzikálne, fyzikálno-chemické, chemické a biologické procesy, ktoré sú pre život pôdy a jej vývoj veľmi dôležité. Pórovitosť nie je stála hodnota a úzko súvisí so zmenou objemovej hmotnosti pôdy. Priemerné hodnoty pórovitosti v humusových horizontoch v stredne ťažkých pôdach sa pohybujú od 40-50 %, v spodných častiach profilu 30-40 % (Hanes 1997).

1.3.2 Niektoré funkčné vlastnosti pôdy

Pre priebeh samočistiacich procesov v pôde je dôležitý obsah a zloženie vzduchu v pôdných póroch, tzv. *vzdušnosť* (aerácia) pôdy. S hĺbkou sa znižuje obsah kyslíka v pôdných póroch a zvyšuje sa obsah oxidu uhličitého. V hĺbke 1 m pod povrchom je obsah kyslíka 18,8 až 20,3 obj. %. Obsah oxidu uhličitého v hĺbke 1 m je 0,9 až 1,1 obj. %, kým v hĺbke 6 m 4,2 až 8,9 obj. %.

Zdrojom *teploty* pôdy je slnečné žiarenie, horúce zemské jadro a do určitej miery aj biochemické procesy prebiehajúce v pôde. Teplota pôdy sa tiež mení s hĺbkou. Denné kolísanie teploty pôdy sa prejavuje iba do hĺbky 0,5 a 1 m, ročne do hĺbky 10 m. Teplota pôdy v hĺbke od 10 do 30 m sa pohybuje okolo 10°C. Od 30 m hlbšie sa teplota pôdy plynulo zvyšuje o 1°C na každých 32,7 m hĺbky. Hodnota tejto vertikálnej vzdialenosti sa nazýva geometrický stupeň.

Teplotné pomery v pôde sú jedným zo základných faktorov, ktoré ovplyvňujú biochemické procesy prebiehajúce v pôde. Z hygienického hľadiska je dôležité, že teplotnými pomermi je ovplyvňovaná aj teplota podzemných vôd.

1.4 Úrodnosť – základná vlastnosť pôdy

Vznik a vývoj pôdy podmieňuje súčasné formovanie jej základnej vlastnosti – *úrodnosti*, ktorá predstavuje hlavný kvalitatívny znak odlišujúci pôdu od horniny.

Úrodnosť pôdy zahŕňa jej schopnosť poskytovať podmienky pre rastliny a iné organizmy, pre ktoré je pôda životným prostredím. Výška úrod nezávisí len od pôdy, ale aj od vplyvu vonkajšieho prostredia (klímy) a produkčnej schopnosti rastlinných organizmov. Podiel úrodnosti pôdy na vytváraní určitej výšky úrody rastlín závisí od schopnosti pôdy privádzať ku koreňom rastlín živiny a vodu, udržiavať priaznivý obsah kyslíka a oxidu uhličitého v pôdnom vzduchu, podporovať rozvoj pôdnej mikroflóry a obmedzovať tvorbu a akumuláciu cudzorodých látok. To znamená, že úrodnosť je výsledkom komplexného pôsobenia fyzikálnych, chemických a biologických vlastností a rôznych procesov prebiehajúcich v pôde. Bezprostredne ju ovplyvňujú: pôdny typ, pôdny druh, hĺbka pôdy a ornice, štruktúra pôdy, obsah prístupných živín, priaznivý vodný, vzdušný a tepelný režim, pôdna reakcia, obsah a kvalita humusu, biologická aktivita a obsah škodlivých zlúčenín v pôde (Hanes 1997).

Kvantifikácia vlastností najúrodnejšej pôdy

Na základe analýzy a hodnotenia nárokov rozhodujúcich poľných plodín bola urobená kvantifikácia chemických a fyzikálnych vlastností najúrodnejšej pôdy (Hraško, Bedrna 1988):

- Hĺbka pôdy nie menšia ako 1 m.
- Hladina podzemnej vody nie vyššia ako 1,2 m.
- Rýchlosť vsakovania vody do pôdy pri zrážkach by nemala byť menšia ako 30 mm za prvú hodinu.

- Obsah skeletu vo vrchných 0,2 m pôdy by nemal byť vyšší než 10 %; pokiaľ sa pôda využíva ako orná, veľkosť skeletu nesmie presahovať 20 mm.
- Celková mineralizácia vodného výluhu pôdy nemôže byť vyššia ako 0,3 %.
- Obsah humusu do hĺbky 0,3 m nemôže byť nižší než 2 %; pomer $C_{HK} : C_{FK}$ by mal byť 1 – 3.
- Pôdna reakcia – pH by mala byť v rozpätí 5,2 – 8,3.
- Vo všetkých vrstvách pôdy nesmú byť toxické látky.
- Erózna ohrozenosť by nemala byť vyššia než vyjadruje erózný koeficient 0,4 podľa Silvestrova, čo znamená, že by nemala byť umiestnená na svahu nad 5°.
- Pôda by mala byť kyprá, má obsahovať 75 % agregátov guľatého tvaru veľkých 1 – 10 mm, ktoré sú vodooodolné.
- Objemová hmotnosť by mala byť v rozsahu 0,8 – 1,5 t.m⁻³.
- Pórovitosť by mala byť v rozpätí 40-50 %.
- Zrnitosťne je optimálna pôda hlinitá (30-45 % ílu, 50 % prachu).
- Pôda nesmie premrzáť hlbšie než 0,5 m a teplota pôdy v mesiacoch jún až september by nemala byť nižšia než 15°C a to v hĺbke 0,5 m; v hĺbke 0,2 m by mala byť v rozpätí 20-25°C.
- Obsah vody v pôde by za celú dĺžku vegetačného obdobia nemal klesnúť pod trojnásobok čísla hygroskopicity.

1.5 Produkčná schopnosť pôdy

Pod pojmom úrodnosť pôdy chápeme jej základnú vlastnosť – atribút bez ohľadu na kvantitatívny stupeň tejto vlastnosti. Pre kvantitatívne vyjadrenie tejto vlastnosti používame termín *produkčná schopnosť pôdy*, ktorú chápeme ako merateľný stupeň základného atribútu konkrétnej pôdy prijať, transformovať, akumulovať a odovzdávať potrebné množstvo vody, živín a energie pre rast a produkciu rastlín. Stupeň produkčnej schopnosti pôdy je funkciou vzájomnej, dynamicky sa meniacej interakcie zložitého komplexu abiotických, biotických a sociálno-ekonomických faktorov a je vyjadriteľný len vo vzťahu ku konkrétnym plodinám a kultúram.

Z hľadiska biologického, ekologického a pestovateľského sa v zásade rozoznávajú tri úrovne produkcie:

Teoreticky možná produkcia rastlinného organizmu je určená schopnosťou fotosyntetického aparátu transformovať energiu žiarenia, prijať a redukovať oxid uhličitý v optimálnych podmienkach.

Potenciálna produkcia rastlinného organizmu je podmienená genotypom a faktormi prostredia v reálnych poľných podmienkach.

Reálna produkcia v konkrétnych pôdno-ekologických a výrobnno-ekonomických podmienkach. Reálny produkčný potenciál je limitovaný variabilitou pôdno-ekologických faktorov a pestovateľskou technológiou (Hanes 1997).

1.6 Živiny vo výžive rastlín

Rastliny prijímajú živiny a vodu z pôdy koreňmi. Živiny prijímajú predovšetkým rozpustené vo vode, z tzv. pôdneho roztoku. Pri prijímaní majú rastliny určitú schopnosť výberu. To znamená, že pri dostatočnej ponuke všetkých živín prijímajú rastliny vo väčšom množstve tie, ktoré viacej potrebujú (Baier, Baierová 1985).

Prvky potrebné pre rast a riadny vývin rastlín a vo svojej funkcii nenahraditeľné inými prvkami nazývame rastlinnými živinami. Rastlinné živiny sú anorganickéj povahy, čím sa rastliny podstatne odlišujú od živočíšnych organizmov, ktorých potravou sú prevažne organické látky vytvorené rastlinami (Fecenko 1992).

Charakteristickým znakom živín je:

- nevyhnutnosť – (esenciálnosť), to znamená, že pri ich absencii v živnom prostredí nemôžu rastliny dokončiť životný cyklus,
- nenahraditeľnosť inými živinami (v ich špecifickom pôsobení),
- priame zapojenie do metabolizmu rastlín, napr. ako komponent esenciálnych rastlinných zložiek, ako sú bielkoviny, enzyme, nukleové kyseliny a iné, alebo špecifickým pôsobením na určité metabolické procesy (Ducsay, Varga 2010).

1.6.1 Dusík

Dusík s uhlíkom predstavujú najvýznamnejšie prvky v kolobehu živín v prírode. Majú rozhodujúce postavenie vo všetkých živých sústavách a značný vplyv na životné prostredie. Dusík patrí medzi makrobiogénne prvky, z ktorých sa syntetizujú organické

dusíkaté látky všetkých organizmov. Je jedným z hlavných úrodovných prvkov, závisí od neho nielen množstvo, ale aj kvalita produkcie rastlín.

Dusík je distribuovaný vo všetkých častiach životného prostredia. Atmosféra, ktorá obsahuje 78 obj. % dusíka, predstavuje nevyčerpatelný zdroj tohto prvku. Z atmosféry sa dusík dostáva do pôdy prostredníctvom fixácie mikroorganizmami, hnojivami a vo forme zrážok resp. atmosférických spadov. Dusík je minoritnou zložkou litosféry a nachádza sa v nej v podobe dobre rozpustných dusičnanov, ktoré vznikajú napríklad biochemickým účinkom nitrifikácie baktérií. Obsah dusíka v biosfére je tiež nízky, ale ako zložka proteínov hrá významnú úlohu vo všetkých biochemických cykloch (Ducsay, Varga 2010).

Pre záhradkárov a poľnohospodárov je dusík ako jeden z hlavných úrodovných prvkov stredobodom pozornosti. Podporuje rast listov a výhonkov, čo možno zbadat' nielen na rozmeroch rastlín, ale aj na ich zelenom sfarbení. Čím lepšie je zásobenie dusíkom, tým intenzívnejšie je sfarbenie listov. Dusík je potrebný aj pri tvorbe listovej zelene, aminokyselín a vitamínov (Sulzberger 1996).

Priemerné hodnoty obsahu celkového dusíka (Nt) v reprezentatívnych pôdnych typoch v SR sa pohybujú od 0,11 do 0,23%. V ornici kvalitných a vysoko produkčných pôd je dusíka podstatne viac v porovnaní s málo produkčnými pôdami. Najväčšie zásoby dusíka sa viažu v čierniciach, menej sa ho nachádza v černozeiach a relatívne najmenej v hnedozemiach, luvizemiach a regozemi.

Obsah dusíka v sušine rôznych orgánov rastlín má pomerne široké rozpätie od 0,5 do 7,1%. Na začiatku vegetácie je obyčajne obsah N najvyšší, počas vegetácie sa jeho koncentrácia postupne znižuje, ale s rastom fytomasy sa celkové množstvo prijatého dusíka zvyšuje. V období dozrievania prechádza značná časť dusíkatých látok z vegetatívnych orgánov (listov) do generatívnych orgánov (semien, plodov) (Ducsay, Varga 2010).

1.6.2 Fosfor

Fosfor (P) nie je potrebný v tak vysokých množstvách ako ostatné dve živiny , i keď sa aj on podstatnou mierou zúčastňuje na látkovej premene rastlín. Fosfor je nenahraditeľný pri tvorbe kvetov a okrem toho podporujedozrievanie semien a plodov (Sulzberger 1996).

Celkový obsah fosforu v pôde je nízky a závisí od pôdneho typu, pôdneho druhu, obsahu organických látok a pôdotvorných substrátov. V podmienkach SR celkový obsah fosforu sa pohybuje od 0,02 do 0,2%. Relatívne lepšie sú fosforom zásobené černoze a

fluvizeme hnilité (0,025 – 0,15% P), horšie fluvizem hnedá a čiernica (0,02 – 0,07% P). Nízky obsah celkového fosforu v našich pôdach sa zdôvodňuje tým, že v SR prevládajú substráty a sypké horniny s menším potenciálnym obsahom živín a s veľmi malým obsahom fosforu (Fecenko, Ložek 2000).

Fosfor v pôde sa vyskytuje v organických a anorganických formách. Organický fosfor je kumulovaný v povrchových vrstvách pôdy, kde môže predstavovať 20 až 50% z celkového obsahu fosforu. Organický fosfor má význam pre výživu rastlín hlavne na pôdach, ktoré neboli hnojené fosforečnými hnojivami. V hnojených pôdach má dominantný postavenie vo výžive rastlín anorganický fosfor (Ducsay, Varga 2010).

Nároky poľnohospodárskych plodín na fosfor sú rôzne. Vysoké požiadavky na fosfor majú plodiny, ktoré sa pestujú pre obsah bielkovín a tuku. Preto olejoviny a strukoviny patria medzi plodiny najnáročnejšie na fosfor. Obilniny sú náročnejšie na fosfor ako okopaniny. To však neznamená, že okopaniny netreba hnojiť fosforom. Obsah cukru v cukrovej repe a škrobu v zemiakoch závisí od hnojenia fosforom. Hnojenie fosforom zvyšuje aj obsah vitamínu C v zemiakoch. Nakoľko nedostatok fosforu v krmivách vyvoláva ťažké ochorenie dobytka, treba venovať pozornosť aj hnojeniu lúk a pasienkov fosforom. Fosfor tiež zvyšuje výživnú hodnotu, trvanlivosť a skladovateľnosť zeleniny (Bizík 1996).

1.6.3 Draslík

Zemská pôda obsahuje približne 2,3% K. V pôde sa obsah celkového draslíka nachádza v pomerne širokom rozpätí od 0,1 do 4%, pričom najčastejší obsah draslíka je 0,8 – 3,2%. Niektoré ľahké piesočnaté a rašelinové pôdy majú nízky obsah draslíka (0,15 – 0,30%), naproti tomu ťažké pôdy s vysokým obsahom ílu môžu dosahovať až 4% K (Fecenko, Ložek 2000).

Draslík (K) je po dusíku, vodíku a kyslíku prvok, ktorý je v rastline najsilnejšie zastúpený. Podstatne prispieva k pevnosti bunkových stien, a tým k odolnosti rastlín proti hubovým chorobám, rastlinným škodcom a poškodeniam poveternostnými vplyvmi. V pôde sa tento prvok nachádza prevažne vo forme rozpustných iónov (K^+), ktoré sú viac alebo menej pevne viazané na ílové minerály a čiastočky humusu (Sulzberger 1996).

Draslík rastliny prijímajú v podobných množstvách ako dusík. Podieľa sa na syntéze bielkovín, sacharidov, stavbe bunčných stien, tvorbe kvetov a plodov. Jeho nedostatok sa prejavuje žltnutím okrajov starších listov s následnými hnedými škvrkami.

Jeho prebytok v pôdach vedie k narušeniu rovnovážneho prijímu iných živín (najmä horčíka, vápnika, ale aj dusíka). Na zvýšenie jeho obsahu v pôde sa odporúča aplikácia dreveného popola, alebo síranu horečnato – draselného (Buranský 1995).

1.6.4 Horčík

Podľa množstva výskytu patrí horčík do skupiny prvkov zastúpených v zemskej kôre viac ako jedným % hmotnosti a z hľadiska geologického sa zatrieďuje medzi makroelementy. Horčík je po vápniku druhou alkalickou zeminou a posledným makroelementom. V pôdach sú pomerne značné množstvá horčíka, avšak malá časť z celkového horčíka v pôdach sa nachádza vo formách prístupných pre rastliny (Fecenko 1992).

Horčík má veľmi významnú úlohu v rastlinnej ríši. Je zabudovaný v jadre molekuly chlorofylu, kde má odbodné postavenie ako železo v krvnom farbive živočícha. Je teda nevyhnutný pre proces fotosyntézy. Obsah horčíka v chlorofyle predstavuje len malú časť (15 – 20%) z celkového horčíka v rastline. V nepomerne väčšom množstve je zastúpený v druhých častiach rastlín, najmä v semenách ako zásobná látka vo forme solí kyseliny inozitofosforečnej (fytín), ďalej vo forme anorganických solí, vo voľnej iónovej forme, sorpčne viazanej a v chelátových väzbách. Horčík sa zúčastňuje na rôznych biochemických procesoch prostredníctvom pufrovania bunkovej šťavy, neutralizuje organické kyseliny, podieľa sa na udržaní priaznivého koloidného stavu protoplazmy, je súčasťou a aktivátorom početného množstva enzymatických systémov (Ducsay, Varga 2010).

1.6.5 Vápnik

Vápnik je základným prvkom pôdnej úrodnosti. Ako najdôležitejší bázický kation rozhoduje o pôdnej reakcii a pufrovej schopnosti pôd. Pôvodne viazaný v sorpčnom komplexe a v soliach vymieňa voľné H^+ -ióny, čím sa tlmí zmena pH (Bizík 1996).

Vápnik je potrebný vo vysokých množstvách, jednak na neutralizáciu, ale i na tvorbu bielkovín, či stavbu bunecných stien. Príznaky jeho nedostatku sú zrejmé, najmä na mladých pletivách rastlín vo forme hniloby. Úhrada jeho nedostatku sa odporúča cez kompost obohacovaný mletým vápencom (Buranský 1995).

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

1.6.6 Síra

Na celkový obsah síry v pôde má značný vplyv aj materská hornina. Nezvetrané vulkanické horniny obsahujú 0,05 – 0,3% síry, najmä ako sírniky železa, niklu alebo medi. Bázičné vulkanické horniny majú spravidla väčší obsah síry ako kyslé typy. Počas zvetrávania dochádza k oxidácii sírnikov na sírany (Fecenko, Ložek 2000).

Organické zlúčeniny síry sa môžu podieľať 40 – 90%-ami na celkovom obsahu síry v pôde. Vlastnosti organických zlúčenín síry v pôde sú ešte málo známe. Organická síra sa nachádza v rastlinných, živočíšnych a mikrobiálnych zvyškoch vo forme bielkovín, polypeptidov a aminokyselín. Bolo zistené, že ak pomer N:S=7 možno predpokladať, že 11 až 16 % celkovej síry sa nachádza vo forme aminokyselín (Bizík 1996).

Anorganické zlúčeniny síry sa podieľajú na celkovom obsahu síry v pôde 10 – 16%. Anorganická síra sa v pôde nachádza prevažne vo forme síranov, sulfidov a sulfátu (Fecenko, Ložek 2000).

Príznaky nedostatku N a S na rastlinách sa ťažko rozlišujú. Pri nedostatku síry sa spomaľuje rast najmä nadzemných častí rastlín, dochádza k rozpadu chloroplastov. Listy menia zafarbenie z bledozeleného na bledožlté a potom žltnú (Bizík 1996).

1.6.7 Mikroelementy – stopové prvky

Názov mikroelementy (stopové prvky) sa odvodzujú jednak z toho, že ich rastliny potrebujú v porovnaní s makroelementami vo veľmi malých množstvách (asi 1000 – krát menej), ako aj z toho, že ich obsah v pôde je veľmi nízky (Fecenko, Ložek 2000).

Najväčším zdrojom mikroelementov sú pôdy resp. pôdotvorný substrát alebo matečné horniny a ich nedostatok, prípadný prebytok súvisí so vznikom pôd. Mikroelementy sa uvoľňujú zvetrávaním minerálov a sekundárnymi reakciami tvoria nové zlúčeniny, prípadne sa adsorbujú /všetky kationy/ na negatívne centrá prvkov (Bizík 1996).

Medzi hlavné pôdne vlastnosti, ktoré ovplyvňujú prístupnosť mikroelementov, patrí pôdna reakcia. Všeobecne v kyslejšom prostredí sa zvyšuje rozpustnosť, a tým aj prijateľnosť Fe, Mn, Zn, Cu a B a naopak, znižuje sa prijateľnosť Mo. Preto vápnenie patrí medzi najvýznamnejšie opatrenia pôsobiace na príjem väčšiny mikroelementov. Pravdaže i použitie priemyselných hnojív môže meniť, i keď len lokálne, pH pôdy a významne zasahovať do príjmu mikroprvkov (Fecenko, Ložek 2000).

Mikroelementy prijímajú rastliny na rozdiel od makroelementov v gramových množstvách z plochy 1 ha. Keďže väčšinou majú viac oxidačných stupňov, tvoria dôležitú súčasť enzýmov podmieňujúcich oxidoredukčné biochemické reakcie. Ich nedostatok vyvoláva poruchy v metabolizme, prejavujúce sa rôznymi typmi chloróz a pri chronickom nedostatku dochádza k predčasnému ukončeniu vegetácie (Bizík 1996).

1.7 Hnojenie rastlín

Hnojivá možno charakterizovať ako látky, ktoré buď obsahujú rastlinné živiny, alebo svojimi fyzikálnymi, chemickými a biologickými vlastnosťami zlepšujú výživu rastlín, prípadne zvyšujú úrodnosť pôdy.

Podľa účinnosti sa hnojivá rozdeľujú na:

- priame,
- nepriame.

Priame hnojivá sú látky, ktoré obsahujú spravidla jednu a viac rastlinných živín v minerálnej alebo organickej forme. Poskytujú rastlinám prvky nevyhnutné pre ich život.

Nepriame hnojivá v podstate nedodávajú rastlinám živiny, ale pôsobia na zlepšenie podmienok výživy rastlín úpravou pôdneho prostredia.

Podľa pôvodu sa hnojivá rozdeľujú na:

- anorganické (priemyselné)
- organické.

Podľa skupenstva sa hnojivá rozdeľujú na:

- tuhé,
- kvapalné.

Tuhé priemyselné hnojivá podľa veľkosti častíc môžu byť:

- práškové, prevládajú častice menšie ako 1 mm,
- zrnité, prevládajú častice väčšie ako 1 mm.

Kvapalné hnojivá sú priemyselné jedno – alebo viaczložkové v kvapalnom stave (Fecenko, Ložek 2000).

1.7.1 Priemyselné hnojivá

Priemyselné hnojivá sú nevyhnutnou podmienkou intenzívnej poľnohospodárskej výroby, pretože umožňuje uhradiť živiny, ktoré sa odčerpali poľnohospodárskymi výrobkami z poľnohospodárskeho kolobehu. Nie sú však iba priamym dodávateľom živín pre poľnohospodárske plodiny, ale ich funkcia v poľnohospodárskej výrobe je širšia. Priemyselné hnojivá pôsobia:

- bezprostredne na výšku úrody hnojených plodín
- na obsah živín v pôde (zvyšuje sa obsah prístupných živín)
- na ďalšie zložky pôdnej úrodnosti, ako je humus, pôdna reakcia, činnosť mikroorganizmov, štruktúra a pod.
- na živočíšnu výrobu
- na výživu a zdravie ľuďstva (Ducsay, Varga 2010).

Správne použité priemyselné hnojivá sa neprejavia iba zvýšením úrod, ale i dobrou akosťou a väčšou trvanlivosťou produktov pri skladovaní, lepšou zberateľnosťou (nepoliehavosť), väčšou odolnosťou proti chorobám a škodcom i nepriaznivým poveternostným vplyvom (napr. sucho). Nesprávne, nevhodné či špatné používanie priemyselných hnojív neprosieva rastlinám, zvieratám, pôde a preto ani človeku (Baier, Baierová 1985).

Priemyselné hnojivá rozdeľujeme podľa počtu základných živín, prípadne stopových prvkov na:

- jednozložkové hnojivá – obsahujú jednu hlavnú živinu (dusíkaté, fosforečné, draselné, vápenaté, horečnaté)

- viaczložkové (kombinované) hnojivá – obsahujú dve a viac hlavných živín (napr. NK, NP, PK, NPK a iné)
- hnojivá s obsahom mikroelementov (stopových prvkov) (Ducsay, Varga 2010).

1.7.2 Organické hnojivá

Organické hnojivá sú jedným z hlavných výrobných prostriedkov rastlinnej výroby, získaným z vlastných zdrojov, ktoré od začiatku hospodárenia na pôde ju zúrodňujú a zvyšujú jej produktivnosť (Ložek 1995).

Organické hnojivá:

- sú zdrojom organických látok a živín
- sú nenahraditeľným článkom kolobehu v prírode a poľnohospodárstve
- nahrádzajú každoročne cca 40% mineralizovaných organických látok v pôde
- priaznivo ovplyvňujú agrochemické, biochemické, fyzikálne a mikrobiálne premeny v pôde
- kompenzujú jednostranné pôsobenie priemyselných hnojív a zvyšujú ich agrochemickú účinnosť. Tento vplyv organických hnojív vzrastá s klesajúcou potenciou úrodnosťou pôdy
- v priemere každoročne obohatia hektár poľnohospodárskej pôdy cca o 1,0 t organických látok, 28 kg vápnika (CaO) a 7 kg horčíka (MgO)
- priaznivým vplyvom na pôdu a rastlinu môžu byť pri dodržiavaní system hnojenia a celej agrotechniky i významným prostriedkom ochrany životného prostredia (Fecenko 1997).

Sú to hnojivá, ktoré sa vyznačujú veľkým objemom, sú väčšinou produkované v poľnohospodárskom podniku a môžeme ich rozdeliť nasledovne:

- hnojivá maštalné
 - maštalný hnoj
 - hnojovica
 - močovka
 - hnojovka
- ostatné

- komposty
- zelené hnojenie
- slama na hnojenie
- ostatné organické hnojivá (rašelina, domový odpad, silážne šťavy) (Ducsay, Varga 2010).

1.7.2.1 Maštal'ný hnoj

Maštal'ný hnoj je najdôležitejšie organické hnojivo. Vyznačuje sa vysokým obsahom mikroorganizmov (v 1t až 12kg), ktoré rozkladajú organické látky v pôde a takto sprístupňujú pre rastliny živiny obsiahnuté v organickej hmote. Maštal'ný hnoj je zdrojom veľkého množstva oxidu uhličitého, ktorý sa tvorí pri jeho rozklade a ktorý rastliny využívajú v procese syntézy organických látok. Obohacuje pôdu humusom, ktorý zlepšuje jej štruktúru, vlahové, vzdušné a tepelné vlastnosti (Fecenko, Ložek 2000).

Kvalita hnoja a jeho chemické zloženie závisí od spôsobu kŕmenia, množstva a akosti skrmovaných krmív, druhu zvierat, množstva a kvality podstielky, spôsobu výroby a ošetrovania hnoja a iných podmienok (Ducsay, Varga 2010).

Maštal'ný hnoj ako zdroj živín pôsobí 2-3 roky. Najväčšie množstvo živín z maštal'ného hnoja sa uvoľní v prvom roku. V ďalších rokoch sa využiteľnosť živín znižuje (Fecenko, Ložek 2000).

1.7.2.2 Hnojovica – tekutý hnoj

Hnojovica je v podstate zmes kvapalných a tuhých výkalov (moč + tuhé výkaly) hovädzieho dobytká, alebo prasiat, neobsahujúcich žiadne vedľajšie látky (slamu, rašelinu a iné). Štruktúra hnojovice a jej chemické zloženie sa mení v závislosti od druhu zvierat, od chovného zamerania a od technológie ustajnenia zvierat (Ducsay, Varga 2010).

Najkvalitnejšia hnojovica je od mladého hovädzieho dobytká vo výkrme. Obsahuje až 10% sušiny a 7,5% organických látok (Ložek 1995).

Účinnosť hnojovice sa zvyšuje pri spoločnom hnojení so slamou. Spoločná zaorávka (slama + hnojovica) prispieva ku zvýšeniu obsahu organickej hmoty v pôde a ku zníženiu množstva vyplaveného dusíka (Fecenko 1997).

1.7.2.3 Močovka

Ide o sčasti rozložený moč hospodárskych zvierat zriedený splachovou vodou. Produkcia močovky závisí od krmiva zvierat'a, podstielky a obdobia ustajnenia (Fecenko, Ložek 2000).

Hnojovica hovädzieho dobytk'a, ošípaných a hydiny je dobré organicko-minerálne tekuté hnojivo spájajúce vlastnosti maštalného hnoja a minerálnych hnojív. To znamená, že je nositeľom organických látok a rýchlo uvoľňujúcich živín. Využívanie hnojovice na hnojenie priamou aplikáciou na pôdu po dozretí je jej najefektívnejšie využívanie. Minimálna doba dozrievania hnojovice je 3 mesiace. Táto doba však nepostačuje na správne časovanie aplikácie, preto je výhodnejšie budovať skladovacie nádrže pre skladovanie hnojovice na dobu 6 mesiacov, aby sa mohlo preklenúť obdobie, v ktorom sa hnojovica nemôže vyvážať na pole (zima, vegetácia). Pri skladovaní hnojovice vznikajú straty na hmote i na živinách, ktoré sú nižšie ako pri maštalnom hnoji. Pri skladovaní hnojovice po dobu 1 mesiaca sú straty na hmote a dusíku okolo 10 %, po dobu 3 mesiacov 15 %. *Pred aplikáciou je nevyhnutné hnojovicu homogenizovať*, pretože u hnojovice od hovädzieho dobytk'a sa vytvára pevné plávajúca krusta a v hnojovici ošípaných dochádza k sedimentácii pevných častíc. Homogenizáciu sa docieli rovnomerné rozloženie živín v priestore skladovacích nádrží (Brestenský a kol. 2002).

1.7.2.4 Komposty

Kompost je dôležitou súčasťou kolobehu živín v záhrade. Nepretržitým využívaním pôdy dochádza k ich odčerpávaniu. Ak nie je dodané žiadne organické alebo anorganické hnojivo, znižuje sa postupne úrodnosť úrody. Úrodnosť a štruktúra pôdy je možné podstatne zlepšiť pripaním humusu. Tým dosiahneme zlepšenie životných podmienok pre mikroorganizmy. Kompost sa tak najlepším a najlacnejším zdrojom humusu pre záhradkárov (Bohringer, Jorg 1996).

Medzi suroviny vhodné na kompostovanie možno zaradiť najmä trus zvierat, všetku organickú hmotu nevhodnú na krmivo či stelivo, trávu, zvyšky zeleniny, burinu vypletú pred kvitnutím, aby sa do kompostu nevysemenila, odpadky z domácnosti, napr. zemiakové šupky, zvädnuté kvety, vaječné škrupiny, drevený popol. Do kompostu rozhodne nepatria plechovky, igelitové vrecká, fľaše, papier, hrubé konáre, či trvácne

buriny ako pýr, pupenec, púpava alebo odkvitnutú buriny a buriny so semenami (Buranský 1995).

1.7.2.5 Zelené hnojenie

Zelené hnojivo je vlastne organická hmota niektorých rastlín pestovaných s cieľom zaorania do pôdy, čím sa pôda obohatí o organické látky i dusík a zvýši sa jej úrodnosť (Fecenko, Ložek 2000).

Medzi druhmi rastlín, ktoré prichádzajú do úvahy ako zelené hnojivo, rozlišujeme rastliny odolné proti mrazu a citlivé na mráz. Prvé z nich svojimi koreňmi prirodzeným spôsobom kypria pôdu aj počas chladného ročného obdobia a vytvárajú tak viac rastlinnej hmoty, ktorá sa neskôr pokosí, a buď sa nechá ležať ako nástielka, alebo sa plytko zapracuje na kompostovanie, prípadne sa pohrabe. Druhé citlivé na mráz pri prvých mínusových teplotách zmrznú a môžu potom zostať ležať ako zimná pokrývka pôdy (Sulzberger 1996).

Doba a hĺbka zaorania hmoty rastlín určených k zelenému hnojeniu závisí od druhu pestovaných rastlín ako aj od vlastnosti pôdy, čím je pôda ľahšia, tým sa má zelená hmota zaorať hlbšie a naopak. Rozklad zeleného hnojiva po zaoraní je tým rýchlejší, čím sú rastliny mladšie. Staršie rastliny po odkvete sú drevnatejšie a ťažšie sa rozkladajú. Ak je porast vysoký, doporučuje sa ho privalcovať alebo pokosiť, aby sa zelená hmota kvalitnejšie zaorávala (Fecenko 1997).

2 Cieľ práce

Cieľom bakalárskej práce bolo na základe získaných podkladov z poľnohospodárskeho družstva Hronské Kľačany a 2 cyklov ASP vyhodnotiť pôdnu reakciu, stav zásobenosti základnými živinami (P, K, Mg, Ca), bilanciu humusu (humusové saldo) a vypočítať potrebu vápnenia na vybraných parcelách ornej pôdy.

3 Materiál a metódy

Na vypracovanie bakalárskej práce boli použité posledné dva cykly agrochemického skúšania pôd z ÚKSÚP-u Bratislava, ročné výkazy o rastlinnej a živočíšnej výrobe.

Pre vyhodnotenie sa zameriame na zhodnotenie a rozbor týchto ukazovateľov:

1. Vyhodnotenie agrochemických vlastností pôd s dôrazom na vývoj pôdnej reakcie a zásobenosť pôd živinami podľa Riehma.

Index pre pôdnu reakciu sa vypočíta súčtom percentuálneho podielu kyslých a polovičného percentuálneho podielu slabo kyslých pôd. Čím je index vyšší, tým tým je viac kyslých a slabo kyslých pôd a naopak. Zhodnotenie indexov je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Hodnotenie indexov pôdnej reakcie

Kategória	Riehmov index	Stav pôdnej reakcie	Potreba vápnenia
Prvá	0 - 20	veľmi uspokojivý	veľmi malá
Druhá	20 - 40	uspokojivý	malá
Tretia	40 - 60	stredný	stredná
Štvrtá	60 - 80	nepriaznivý	veľká
Piata	80 - 100	veľmi nepriaznivý	veľmi veľká

Hodnotenie zásobenosti pôd živinami sme spočítali percentuálny podiel pôd s veľmi vysokou, vysokou a dobrou zásobou a polovičný podiel stredne zásobených pôd. Zhodnotenie indexov je v tabuľke 2.

Tabuľka 2: Hodnotenie zásobenosti pôd živinami

Kategória	Riehmov index	Zásobenosť P, K, Mg
Prvá	0 - 20	veľmi nepriaznivá
Druhá	20 - 40	nepriaznivá
Tretia	40 - 60	uspokojivá
Štvrtá	60 - 80	priaznivá
Piata	80 - 100	veľmi priaznivá

2. Potreba vápnenia pôd

Efektívnosť vápenatých hnojív závisí od kyslosti pôd, čím je vyššia kyslosť tým je vyššia potreba vápnenia a väčšie prírastky úrod. Preto treba na prvom mieste vápniť pôdy s veľkou potrebou vápnenia, potom pôdy so strednou a nakoniec pôdy s malou potrebou vápnenia.

Podľa stupňa kyslosti a potreby vápnenia rozlišujeme:

- **melioračné vápnenie** – realizuje sa na kyslých pôdach, má cieľ dosiahnuť optimálnu hodnotu pH pôdy,
- **udržovacie vápnenie** má cieľ udržať hodnotu pH pôdy na súčasnej úrovni.

Potreba vápenatých hnojív na melioračné vápnenie:

- **výmera honu \times potreba vápnenia ($t \cdot ha^{-1} CaO$ alebo $CaCO_3$)**

Potreba vápenatých hnojív na udržiavacie vápnenie (kumulovaná dávka na 5 rokov):

- **výmera honu \times ročná potreba udržiavacieho vápnenia ($0,3t \ 100\% CaO \cdot ha^{-1}$) \times 5**

Na základe získaných údajov o hodnote pôdnej reakcie určujeme dávky vápenatých hmôt potrebných k úprave pH. Tabuľka 3 udáva ročnú potrebu CaO v $t \cdot ha^{-1}$ pre ornú pôdy a trávne porasty.

Tabuľka 3: Potreba vápnenia ročne ($t \cdot ha^{-1}$) CaO

pH	Pôda			pH	Pôda		
	ľahká	stredná	ťažká		ľahká	stredná	ťažká
4,0	0,70	1,20	1,50	5,5	0,25	0,45	0,55
4,1	0,65	1,10	1,40	5,6	0,20	0,40	0,50
4,2	0,65	1,10	1,30	5,7	0,20	0,40	0,50
4,3	0,60	1,00	1,20	5,8	0,20	0,35	0,45
4,4	0,55	0,90	1,20	5,9	0,20	0,35	0,45
4,5	0,50	0,80	1,20	6,0	0,20	0,30	0,40
4,6	0,50	0,80	1,10	6,1	-	0,30	0,40
4,7	0,50	0,70	1,00	6,2	-	0,20	0,40
4,8	0,40	0,70	0,90	6,3	-	0,20	0,35
4,9	0,40	0,60	0,80	6,4	-	0,20	0,35
5,0	0,40	0,50	0,70	6,5	-	0,20	0,30
5,1	0,40	0,60	0,65	6,6	-	-	0,30
5,2	0,30	0,60	0,60	6,7	-	-	0,20
5,3	0,30	0,50	0,60	6,8	-	-	0,20
5,4	0,25	0,45	0,55	6,9	-	-	0,20

3 Bilancia humusu – humusového salda

Výpočet bilančného salda humusu dáva obraz o hospodárení s organickou hmotou na pozemku. Pri jej dlhodobom bilančnom čerpaní dochádza k fyzikálnej a biologickej degradácii pôdy, čo vedie k poklesu jej úrodnosti. Bilančné saldo humusu sa vypočíta zo vstupov a výstupov organickej hmoty. Vyjadruje rozdiel medzi množstvom dodaného humusu zo zdrojov a korekčného vplyvu plodiny oševného postupu na saldo humusu v pôde pozemku.

Spôsob spracúvania bilančného porovnania pôdnej organickej hmoty na poľnohospodárskom pozemku (vyjadrenéj saldóm humusu, tabuľka 4), vyhodnotenie

tvorby humusu z jednotlivých druhov organických hnojív (tabuľka 5), *korekčný faktor vplyvu plodín osevného postupu na výpočet salda humusu* (tabuľka 6).

Tabuľka 4: Bilančné porovnanie pôdnej organickej hmoty na poľnohospodárskom pozemku

Korekčný vplyv plodiny osevného postupu na saldo humusu v pôde pozemku				
Plodina	Výmera ha	Korekčný faktor		Saldo humusu v tonách
<i>pôsob výpočtu:</i>	1	2		<i>1 x 2</i>
<i>ozimná pšenica</i>	10	-3,75		(A) -37,5
Výpočet dodaného humusu z hospodárskych hnojív, slamy a ďalších vedľajších produktov				
Organická hmota	Výmera ha	Dávka v tonách	Koeficient tvorby humusu	Dodaný humus v tonách
<i>Spôsob výpočtu:</i>	1	2	3	<i>1 x 2 x 3</i>
<i>slama</i>	10	5	0,135	(B) 6,75
<i>hnojovica ošíp.</i>	10	10	0,105	(C) 1,05
Bilančné saldo humusu celkom v tonách :				(A+B+C) -29,7

Postup výpočtu:

(A) - hodnota predstavuje korekčný vplyv plodiny osevného postupu na saldo humusu v pôde parcely; v závislosti od jej vplyvu môže byť kladná alebo záporná. Zlepšujúce plodiny (viacročné krmoviny, strukoviny, olejnin, podsevy, ...) majú kladný vplyv na obsah humusu v pôde. Zhoršujúce plodiny (cukrová repa, kukurica, zemiaky, obilniny) majú záporný vplyv na stav humusu.

(B), (C) - hodnoty predstavujú dodaný humus z hospodárskych hnojív, slamy a ďalších vedľajších produktov aplikovaných na poľnohospodársky pozemok.

Tabuľka 5: Koeficient tvorby humusu z jednotlivých druhov organických hnojív

Druh organického hnojiva	Koeficient tvorby humusu v tonách na jednotku organickej hmoty
Maštalný hnoj	0,05 /t
Hnojovica 5 % suš.	0,07 /m ³
Hnojovica 7 % suš.	0,105 /m ³
Hnojovica 10 % suš.	0,14 /m ³
Slama obil. a kukurice	0,135 /t
Repný list	0,015 /t
Kompost z odpadovej biomasy	0,061 /t
Kompost z mašt. hnoja	0,075 /t
Čistiarenský kal – odvodnený (18 % suš.)	0,15 /m ³

Tabuľka 6: Korekčný faktor vplyvu plodín osevného postupu na saldo humusu

Plodina	Pôdny druh	Korekčný faktor v tonách na ha
Obilniny s odvozom slamy Priadne rastliny	ľahká	-3,50
	stredná	-3,75
	ťažká	-4,00
Silážna kukurica Kukurica na zrno Zemiaky	ľahká	-6,75
	stredná	-7,50
	ťažká	-8,25
Strukoviny Olejníky	ľahká	+2,25
	stredná	+2,50
	ťažká	+2,75
Viacročné krmoviny na ornej pôde	ľahká	+6,75
	stredná	+7,50
	ťažká	+8,25

4 Výsledky práce

4.1 Charakteristika družstva

Poľnohospodárske družstvo Hronské Kľačany bolo založené v roku 1989. Katastrálne územie má výmeru 788 ha z toho poľnohospodárska pôda zaberá 694 ha. Poľnohospodárske družstvo Hronské Kľačany sa zaoberá rastlinnou a živočíšnou výrobou.

4.2 Prírodné podmienky

Územie sa nachádza na Hronskej pahorkatine, ktorá patrí do Podunajskej nížiny. Vertikálna členitosť skúmaného územia súvisí s geomorfologickým vývinom terénu. Hospodárske územie je rovinné a len malé plochy sú mierne svahovité so sklonom do 3 – 4°. Priestorová expozícia orientuje tieto malé plochy k SZ a JV. Nadmorská výška prevažnej časti územia sa pohybuje od 162 do 167 m. Vcelku niva rieky Hrona je jednotvárna, rovinná, s malými relatívnymi prevýšeniami. Relatívne výškové prevýšenie pozemkov, vzhľadom na celé hospodárske územie je len 4 – 5 m. Pri modulovaní reliéfu sa uplatnila aj veterná erózia. Stredom celého záujmového územia prelieha údolná poloha. Štrky na podstatnej časti územia sú na povrchu terénu. Geologicky je územie budované len štvrtohornými horninami. Vápenaté nivné uloženiny a nevápenaté nivné uloženiny tvoria súvislý pás rieky nivy Hrona a celého územia. Sú hnedé s prímiesou organických látok. Pôdna reakcia substrátov je neutrálna až alkalická, miestami slabokyslá. Pôdy na týchto substrátoch sú stredne ťažké až ťažké, menej ľahké. Vyvinuli sa na nich lužné a nivné pôdy.

Klimatického hľadiska sa územie nachádza: podstatná časť v klimaticky teplej oblasti, suchou miernou zimou a dlhším slnečným svitom. Teplotné sumy denných teplôt vegetačného obdobia sú dosť vysoké a dovoľujú pestovať teplomilné rastliny. Vlahová bilancia vzhľadom k teplotám je negatívna, ktorá sa nepriaznivo môže prejaviť u okopanín a hlavne krmovín.

4.3 Vyhodnotenie výrobných podmienok

4.3.1 Rastlinná výroba

Poľnohospodárske družstvo Hronské Kľačany je v rastlinnej výrobe zameraný hlavne na zrnoviny. Hlavné postavenie medzi pestovanými plodinami majú olejniný a husto siate obilniny (obr. 1).

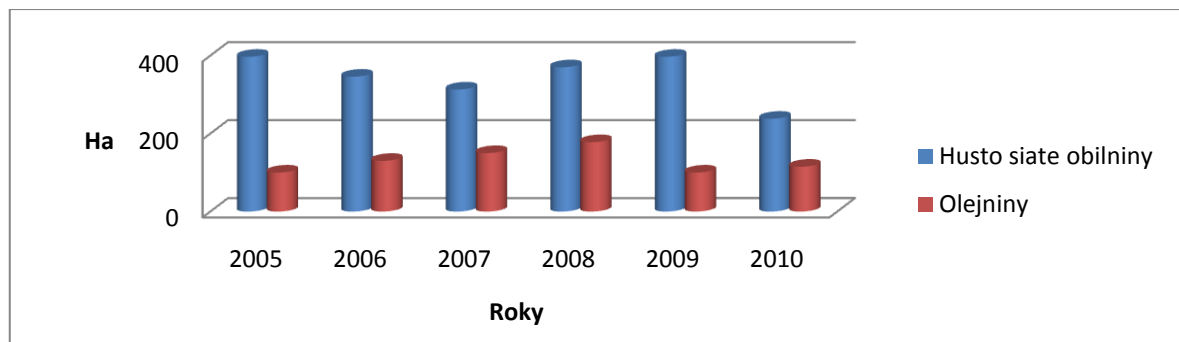
V roku 2010 boli olejniný pestované na ploche 115 ha, čo predstavuje 16,57% z celkovej výmery ornej pôdy. Husto siate obilniny boli v roku 2010 pestované na ploche 389 ha, čo predstavuje 56,05% z celkovej výmery ornej pôdy (tab. 7).

Tabuľka 7: Zberové plochy poľnohospodárskych plodín v rokoch 2005 – 2010 v ha

Plodiny	Rok					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Pšenica ozimná	252	260	219	219	248	279
Jačmeň jarný	145	86	94	151	149	110
Kapusta repková pravá	100	130	150	178	100	115
Kukurica na zrno	16	39	40	60	70	43
Kukurica na siláž	75	57	63	37	58	54
Hrach kŕmny	-	-	-	-	-	12
Lucerna siata	59	64	57	34	27	27
Cukrová repa	64	-	-	-	-	-

Zdroj: družstevná evidencia

Obr. 1: Vývoj plôch pestovaných plodín za roky 2005 – 2010 v ha



4.3.2 Živočíšna výroba

Poľnohospodárske družstvo Hronské Kláčany sa v živočíšnej výrobe zameriava na chov hovädzieho dobytká. V roku 2010 bolo celkový počet hovädzieho dobytká 245 kusov, čo bolo v prepočte na VDJ 186,25 (tab. 8).

Tabuľka 8: Stav hovädzieho dobytká a vyjadrenie vo VDJ(veľká dobyčia jednotka)

Zvieratá	Počet	VDJ
Dojnice	100	110
Mladý HD	80	60
Teľatá	65	16,25
Spolu	245	186,25

Zdroj: družstevná evidencia

4.3.3 Hnojenie organickými hnojivami

V poľnohospodárskom družstve Hronské Kláčany sa využívajú dva druhy organických hnojív – močovka a hnojovica.

VDJ ročne vyprodukuje 2830 t maštalného hnoja. O produkcii maštalného hnoja sme vychádzali z údajov získaných v poľnohospodárskom družstve.

Tabuľka 9: Vyprodukovaný maštalný hnoj v tonách a močovky v m³ rokoch 2007-2010

Produkcia	Rok			
	2007	2008	2009	2010
Maštalný hnoj	3125	2950	3040	2830
Močovka	450	400	430	380

Zdroj: družstevná evidencia

Pri celkovej ročnej produkcii maštalného hnoja 2830 t a 35 tonových dávkach na 1 ha sa ročne vzhnojí 80,9 ha ornej pôdy. Pri 4 ročnom cykle hnojenia pôdy bude vvyhnojené maštalným hnojom 323,6 ha ornej pôdy, t.j. 46,63 % y celkovej výmery ornej pôdy poľnohospodárskeho družstva.

Ročná produkcia močovky je 380 m³. Pri 7 m³ dávkach močovky na 1 ha sa vyhnoji 54,3 ha ornej pôdy t.j. 7,82 %.

4.4 Vyhodnotenie agrochemických vlastností pôdy v 2 cykloch ASP

X. cyklus ASP

V roku 1997 sa agrochemické skúšanie pôd v poľnohospodárskom družstve Hronské Kľačany robilo na výmere 678,30 ha poľnohospodárskej pôdy. Z toho na ornú pôdu pripadalo 678,30 ha (tab. 10).

Tabuľka 10: X. cyklu ASP hodnotového poľnohospodárskeho družstva

Kultúra	Počet honov	Počet vzoriek	Výmera preskúšaná	% z výmery
Orná pôda	15	68	678,30	100
Poľnohospodárska pôda	15	68	678,30	100

XII. cyklus ASP

V roku 2007 sa agrochemické skúšanie pôd v poľnohospodárskom družstve Hronské Kľačany robilo na výmere 618,00 ha poľnohospodárskej pôdy. Z toho na ornú pôdu pripadalo 618,00 ha (tab. 11).

Tabuľka 11: XII. cyklu ASP hodnotového poľnohospodárskeho družstva

Kultúra	Počet honov	Počet vzoriek	Výmera preskúšaná	% z výmery
Orná pôda	13	63	618,00	100
Poľnohospodárska pôda	13	63	618,00	100

Zdroj: ASP

4.4.1 Vyhodnotenie pôdnej reakcie

V roku 1997 na ornej pôde prevládajú pôdy s neutrálnou pôdnou reakciou, čo predstavuje 61,97% t.j. 383,0 ha výmery pôdy a so slabo kyslou pôdou, čo predstavuje 25,73% t.j. 159,0 ha z výmery pôdy (tab. 12).

V roku 2007 na ornej pôde prevládajú pôdy so slabo kyslou pôdnou reakciou, čo predstavuje 70,17% t.j. 475,99 ha z výmery pôdy a s neutrálnou pôdou, čo predstavuje 26,90% t.j. 182,45 ha z výmery pôdy (tab. 12).

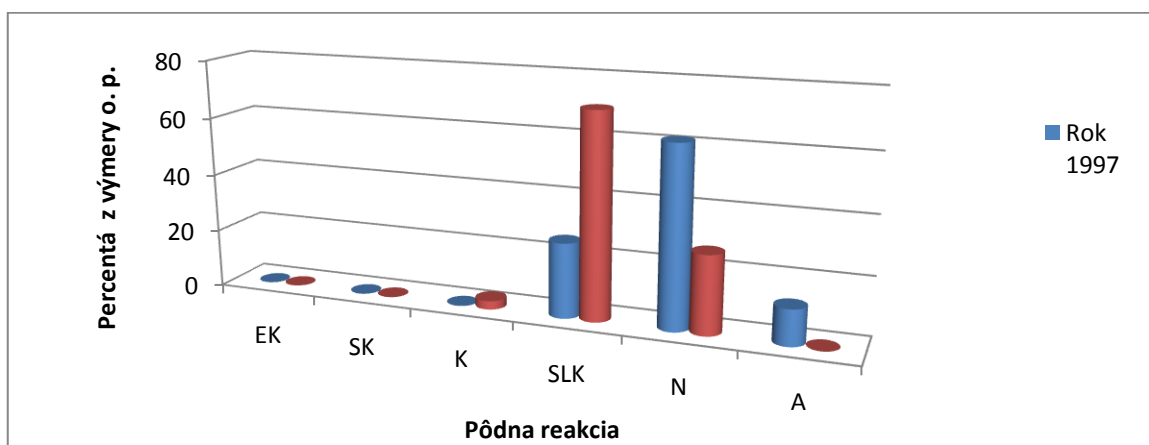
Z údajov v tabuľke 12 a obrázku 2 vyplýva, že v roku 2007 sa zvýšil podiel kyslej pôdnej reakcie o 2,93%. Zvýšil sa aj podiel slabo kyslej pôdnej reakcie o 44,44%, pri neutrálnej pôdnej reakcii je znížený podiel o 35,07%. V roku 2007 pozorujeme zníženie podielu alkalickéj pôdnej reakcie o 12,30%.

Tabuľka 12: Podiel jednotlivých kategórií pôdnej reakcie stanovenej pri ASP vyjadrený v ha a v pecentách z výmery ornej pôdy.

Pôdna reakcia	1997		2007	
	Plocha (ha)	%	Plocha (ha)	%
Silne kyslá	0	0	0	0
Kyslá	0	0	19,86	2,93
Slabo kyslá	159,00	25,73	475,99	70,17
Neutrálna	383,00	61,97	182,45	26,90
Alkalická	76,00	12,30	0	0
Spolu	618,00	100	678,30	100

Zdroj: ASP

Obr. 2: Vývoj pôdnej reakcie na ornej pôde medzi dvoma cyklami ASP



EK- extrémne kyslá, SK- silne kyslá, K- kyslá, SLK- slabo kyslá, N- neutrálna, A- alkalická

Tabuľka 13: Vyhodnotenie vývoja pôdnej reakcie Riehmanovým indexom

Rok ASP	Riehmanov index	Stav pôdnej reakcie	Potreba vápnenia
1997	12,87	veľmi uspokojivý	veľmi malá
2007	38,02	uspokojivý	malá

Vývoj pôdnej reakcie je negatívny v roku 1997 bol veľmi uspokojivý stav, ale v roku 2007 to už bol len uspokojivý stav. S negatívnym vývojom pôdnej reakcie vstúpila aj potreba vápnenia z veľmi malej v roku 1997 na malú v roku 2007

4.4.2 Vyhodnotenie vývoja zásobenosti pôd prístupným fosforom

V cykle ASP z roku 1997 prevládajú pôdy s dobrým obsahom prístupného fosforu. Z ornej pôdy na výmere 154,0 ha je dobrý obsah fosforu, čo predstavuje z celkovej výmery 24,92% (tab. 14).

V cykle ASP z roku 2007 prevládajú pôdy s vyhovujúcim obsahom prístupného fosforu. Z ornej pôdy na výmere 535,62 ha je vyhovujúci obsah fosforu, čo predstavuje z celkovej výmery 78,97% (tab. 14).

Tabuľka 14: Zásoba fosforu v ornej pôde stanovená pri ASP vyjadrená v ha a v percentách z výmery.

Zásoba fosforu v pôde	1997		2007	
	Plocha (ha)	%	Plocha (ha)	%
Nízka	145,00	23,46	69,26	10,21
Vyhovujúca	130,00	21,04	535,62	78,97
Dobrá	154,00	24,92	35,90	5,29
Vysoká	121,00	19,58	0	0
Veľmi vysoká	68,00	11,00	37,52	5,53
Spolu	618,00	100	678,30	100

Zdroj: ASP

Pre vyhodnotenie zásobenosti pôd prístupným fosforom Riehmánovým indexom sme spočítali percentuálny podiel pôd s veľmi vysokou, vysokou, dobrou zásobou a polovičný podiel stredne zásobených pôd.

Tabuľka 15: Riehmánov index zásobenosti pôd prístupným fosforom

Rok ASP	Riehmánov index	Zásobenosť fosforom
1997	64,02	priaznivá
2007	50,60	uspokojivá

Zásobenosť pôd prístupným fosforom podľa Riehmánovho indexu bola v roku 1997 priaznivá, ale v roku 2007 už bola uspokojivá. Zásobenosť pôd prístupným fosforom má klesajúcu tendenciu (tab. 15).

4.4.3 Vyhodnotenie vývoja zásobenosti pôd prístupným draslíkom

V cykle ASP z roku 1997 prevládajú pôdy s dobrým obsahom prístupného draslíka na 33,17% z výmery. Aj v cykle ASP z roku 2007 prevládajú pôdy s dobrým obsahom prístupného draslíka čo predstavuje 38,37% z výmery (tab. 16).

V roku 2007 sa znížila vysoká zásoba draslíka v pôde o 18,93% (tab. 16).

Tabuľka 16: Zásoba draslíka v ornej pôde stanovená pri ASP vyjadrená v ha a v percentách z výmery.

Zásoba draslíka v pôde	Plocha (ha)	%	Plocha (ha)	%
	1997		2007	
Nízka	135,00	21,84	129,66	19,12
Vyhovujúca	93,00	15,05	250,87	36,99
Dobrá	205,00	33,17	260,25	38,37
Vysoká	117,00	18,93	0	0
Veľmi vysoká	68,00	11,00	37,52	5,53
Spolu	618,00	100	678,30	100

Zdroj: ASP

Pre vyhodnotenie zásobenosti pôd prístupným draslíkom Riehmmanovým indexom sme spočítali percentuálny podiel pôd s veľmi vysokou, vysokou, dobrou zásobou a polovičný podiel stredne zásobených pôd.

Tabuľka 17: Riehmmanov index zásobenosti pôd prístupným draslíkom

Rok ASP	Riehmmanov index	Zásobenosť fosforom
1997	70,63	priaznivá
2007	62,40	priaznivá

Zásobenosť pôd prístupným draslíkom bola podľa Riehmmanovho indexu v roku 1997 priaznivá, v roku 2007 bola taktiež priaznivá. Zásobenosť pôd prístupným draslíkom má ustálenú tendenciu (tab. 17).

4.4.4 Vyhodnotenie zásobenosti pôd prístupným horčíkom

V oboch cykloch ASP je zásoba pôd prístupným horčíkom veľmi vysoká, čo v cykle ASP z roku 1997 predstavuje 100% z výmery, v cykle ASP z roku 2007 sa znížila na 63,86% z výmery (tab. 18).

Zásobenosť prístupným horčíkom sa v cykle ASP z roku 1997 nízka, vyhovujúca, dobrá a vysoká vôbec nevyskytuje. V cykle ASP z roku 2007 sa nízka a vyhovujúca zásobenosť prístupným horčíkom vôbec nevyskytuje (tab. 18).

Tabuľka 18: Zásoba horčíka v ornej pôde stanovená pri ASP vyjadrená v ha a v percentách z výmery.

Zásoba horčíka v pôde	Plocha (ha)	%	Plocha (ha)	%
	1997		2007	
Nízka	0	0	0	0
Vyhovujúca	0	0	0	0
Dobrá	0	0	19,86	2,93
Vysoká	0	0	225,30	33,22
Veľmi vysoká	618	100	433,14	63,86
Spolu	618,00	100	678,30	100

Zdroj: ASP

Pre vyhodnotenie zásobenosti pôd prístupným horčíkom Riehmmanovým indexom sme spočítali percentuálny podiel pôd s veľmi vysokou, vysokou, dobrou zásobou a polovičný podiel stredne zásobených pôd.

Tabuľka 19: Riehmmanov index zásobenosti pôd prístupným horčíkom

Rok ASP	Riehmmanov index	Zásobenosť fosforom
1997	100,00	veľmi priaznivá
2007	100,00	veľmi priaznivá

Zásobenosť pôd prístupným horčíkom podľa Riehmmanovho indexu bola v oboch rokoch veľmi priaznivá. Podľa Riehmmanovho indexu zásobenosť pôd prístupným horčíkom nemá ani stúpajúcu ani klesajúcu tendenciu.

4.5 Vypracovanie plánu vápnenia

Úpravu pôdnej reakcie robíme na honoch s najnižším pH, podľa výsledkov ASP z roku 2007 bolo na hone č. 5 (Hruška) zistené $\text{pH} = 5,9$. Jedná sa o stredne ťažkú pôdu s výmerou 66,75 ha.

Pri úprave pôdnej reakcie sa odporúča viacročný cyklus vápnenia, pretože jednorázová dávka vápnenia by nemala prekročiť na stredne ťažkých pôdach $3,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ CaO.

Na dosiahnutie optimálneho pH na hone č. 5 je potrebné dodať v rámci melioračného vápnenia $1,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ CaO (tab. č. 3). Túto dávku nemusíme deliť, lebo neprekračuje limitnú hodnotu $3,0 \text{ t } 100 \% \text{ CaO}\cdot\text{ha}^{-1}$ platnú pre stredne ťažké pôdy.

1. rok: $1,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} 100\% \text{ CaO}$ (melioračná dávka) + $0,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} 100\% \text{ CaO}$ (udržiavacia dávka za 1.rok) = $3,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ CaO}$
2. rok: $0,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} 100\% \text{ CaO}$ (udržiavacia dávka za 2.rok)
3. rok: $0,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} 100\% \text{ CaO}$ (udržiavacia dávka za 3.rok)
4. rok: $0,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} 100\% \text{ CaO}$ (udržiavacia dávka za 4.rok)
5. rok: $0,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} 100\% \text{ CaO}$ (udržiavacia dávka za 5.rok)
6. rok: $0,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} 100\% \text{ CaO}$ (udržiavacia dávka za 6.rok)

Udržiavacie dávky v 2.- 6. roku je efektívnejšie aplikovať kumulatívne v 2. roku s tým, že sa hon vyvápni na 5 rokov dopredu, kumulatívnou dávkou 1,5 100 % CaO.ha⁻¹. To znamená, že v 2. roku budeme vápniť dávkou 1,5 100 % CaO.ha⁻¹.

Prepočet teoretických dávok 100 % CaO.ha⁻¹ na ekvivalentné dávky konkrétnych vápenatých hmôt:

1.rok

Poľnohospodárske družstvo má k dispozícii 80 % CaO:

1,7 t.ha⁻¹ CaO, predstavuje dávku melioračného vápnenia + 0,3 t.ha⁻¹ CaO, ktorú dodávame v rámci udržiavacieho vápnenia.

100%CaO..... 2 t.ha⁻¹ CaO

80%CaO..... x t.ha⁻¹ CaO

$$x = 2 \times 100 / 80$$

$$x = 2,5 \text{ t.ha}^{-1} \text{ 80 \% CaO}$$

Pri melioračnom vápnení na stredne ťažkej ornej pôde, na hone č. 5 potrebujeme 2,5 t.ha⁻¹ 80 % CaO.

Potreba vápenatých hnojív na melioračné vápnenie na výmeru:

2,5 t.ha⁻¹ 80 % CaO..... 1 ha

x t.ha⁻¹ 80 % CaO..... 66,75 ha

$$x = 2,5 \times 66,75 / 1$$

$$x = 166,86 \text{ t 80 \% CaO}$$

Pri melioračnom vápnení na stredne ťažkej ornej pôde, na hone č.5 , ktorý má výmeru 66,75 ha potrebujeme 166,86 t 80 % CaO

2. – 6. rok

Potreba 70 % vápenca na udržiavacie vápnenie (kumulovaná dávka na 5 rokov):

$$0,3 \times 5 = 1,5 \text{ t.ha}^{-1} \text{ CaO}$$

$$1,5 \times 1,785 = 2,678 \text{ t.ha}^{-1} \text{ CaCO}_3 \text{ (100\%)}$$

$$100 \% \text{ CaCO}_3 \dots\dots\dots 2,678 \text{ t.ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$$

$$\underline{70 \% \text{ CaCO}_3 \dots\dots\dots x \text{ t.ha}^{-1} \text{ CaCO}_3}$$

$$x = 2,678 \times 100 / 70$$

$$x = 3,826 \text{ t.ha}^{-1} \text{ 70 \% CaCO}_3$$

Pri udržiavacom vápnení na stredne ťažkej ornej pôde, na hone č.5 potrebujeme $3,826 \text{ t.ha}^{-1} \text{ 70 \% CaCO}_3$

Potreba vápenatých hnojív na udržiavacie vápnenie na výmeru

$$3,826 \text{ t.ha}^{-1} \text{ 70 \% CaCO}_3 \dots\dots\dots 1 \text{ ha}$$

$$\underline{x \text{ t.ha}^{-1} \text{ 70 \% CaCO}_3 \dots\dots\dots 66,75 \text{ ha}}$$

$$x = 3,826 \times 66,75 / 1$$

$$x = 255,386 \text{ t 70 \% CaCO}_3$$

Pri udržiavacom vápnení na stredne ťažkej ornej pôde na hone č. 5, ktorý má výmeru 66,75 ha potrebujeme $255,386 \text{ t 70 \% CaCO}_3$ za 5 rokov.

4.6 Bilancia humusu, výpočet salda humusu.

Tabuľka 20: Výpočet salda humusu na vybranom hone vyjadrený v t.ha⁻¹ ornej pôdy

Parcela č. Madaračka				
Korekčný vplyv plodiny osevného postupu na saldo humusu v pôde pozemku				
Plodina	Výmera ha	Korekčný faktor		Saldo humusu v tonách
<i>Spôsob výpočtu:</i>	<i>1</i>	<i>2</i>		<i>1 x 2</i>
<i>ozimná pšenica</i>	<i>115,16</i>	<i>-3,75</i>		<i>-431,85</i>
Výpočet dodaného humusu z hospodárskych hnojív, slamy a ďalších vedľajších produktov				
Organická hmota	Výmera ha	Dávka v tonách	Koeficient tvorby humusu	Dodaný humus v tonách
<i>Spôsob výpočtu:</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1 x 2 x 3</i>
<i>slama</i>	<i>115,16</i>	<i>3,3</i>	<i>0,135</i>	<i>51,30</i>
<i>hnojovica ošíp.</i>	<i>115,16</i>	<i>8,6</i>	<i>0,05</i>	<i>39,15</i>
Bilančné saldo humusu celkom v tonách :				<i>-341,40</i>

Tabuľka 21: Vývoja salda humusu vyjadrený v kg.ha⁻¹ ornej pôdy na jednotlivých honoch a za celý podnik v rokoch 2007-2009.

Názov parcely	2007	2008	2009
Kľáčanské lúky	-456,00	352,70	383,60
Madaračka	-335,00	-423,40	-341,40
Šotyho mlyn	-140,00	127,1	-127,93
Podzáмок	-240,00	-122,60	-104,11
Tále	-140,7	141,40	-125,50
Medzi jarky	347,40	261,6	-300,79
D. Zimánovce	-148,20	-115,4	-169,70
H. Zimánovce	615,70	-145,30	-124,74
Hruška	-250,30	-405,40	125,54
V. Ďateliniská	-296,2	-142,2	-66,86
Pri vodárni	-223,00	107,00	-198,44
Za majerom	127,60	45,00	105,26
Barácka	181,50	181,50	-76,12
Spolu za podnik	-161,684	-31,8137	-51,282

Z tabuľky 21 vyplýva, že vo väčšine honov boli dosiahnuté záporné hodnoty salda humusu (Hruška v roku 2007 -250,30 kg.ha⁻¹ ornej pôdy, v roku 2008 -405,40 kg.ha⁻¹ ornej pôdy) a len vo výnimočných prípadoch to boli kladné hodnoty (Kľáčanské lúky v roku 2008 352,70 kg.ha⁻¹ ornej pôdy, v roku 2009 383,60 kg.ha⁻¹ ornej pôdy). V roku 2007 bola dosiahnutá záporná hodnota salda humusu na ornej pôde. V rokoch 2008 – 2009 došlo k zlepšeniu, ale aj napriek tomu dosahujú hodnoty salda humusu záporné čísla.

5 Záver

1. Rozborom pôdy v poľnohospodárskom družstve Hronské Kláčany sme zistili, že väčšina pôd je neutrálneho až slabo kyslého charakteru. V roku 1997 mali najväčšie zastúpenie pôdy netrálné, po nich nasledovali pôdy slabo kyslé a alkalické. V roku 2007 sa stav zhoršil, ubudli alkalické pôdy, výrazne sa zväčšila plocha slabo kyslych pôd a to na úkor poklesu netrálnych pôd. Tento pokles pôdnej reakcie bol zapríčinený nedostatočným vápnením pôd na čo poukazuje aj vyhodnotenie Riehmovým indexom, kde potreba vápnenia stúpla z veľmi malej v roku 1997 na malú v roku 2007.

2. V X. cykle ASP z roku 1997 je zastúpenie jednotlivých kategórií zásobenosti fosforu v pôde v rovnováhe. V XII. cykle ASP z roku 2007 sa situácia zásobenosti fosforu v pôde zhoršila. Výrazne stúpla kategória vyhovujúcej zásobenosti fosforu v pôde na 78,97 % na úkor dobrej, vysokej zásobenosti fosforu v pôde. Tento pokles vyjadruje aj Riehmov index, keď v roku 1997 bola zásobenosť fosforu priaznivá, v roku 2007 už len uspokojivá.

3. V X. cykle ASP z roku 1997 prevládajú pôdy s dobrým obsahom draslíka 33,17 % z výmery ornej pôdy. Podobne je to aj v XII. cykle ASP z roku 2007, ale tu je už zaznamenaný nárast vyhovujúcej zásobenosti a to na úkor vysokej a veľmi vysokej zásobenosti draslíka v pôde. Zásobenosť pôd prístupným draslíkom podľa Riehmovho indexu zaznamenala klesajúcu tendenciu, ale aj tak patrili hodnoty do prízrivej kategórii zásobenosti.

4. Zásobenosť pôd prístupným horčíkom je obidvoch cykloch veľmi vysoká, aj keď v XII. cykle ASP v roku 1997 nastal pokles. Podľa Riehmovho indexu bola zásobenosť pôd prístupným hočíkom veľmi priaznivá a preto nie je potrebné pôdu hnojiť horčíkom.

5. Na dosiahnutie optimálneho pH na hone č.5 s výmerou 66,75 a pH 5,9 je potrebné realizovať melioračné vápnenie v dávke 2,5 t.ha⁻¹ 80 % CaO a celú výmeru honu vyvápnit' dávkov 166,86 t 80 % CaO. Na udržanie optimálneho pH je potrebné v rámci udržovacieho vápnenia v 2. roku vápnit' dávkov 3,826 t.ha⁻¹ 70 % CaCO na 5 ročné obdobie, čo predstavuje dávku 255,386 t 70 % CaCO na celú výmeru parcely .

6. Nízka hodnota salda humusu bola zapríčinená predovšetkým nedostatočným hnojením organickými hnojivami (pokles stavu zvierat a produkcie organických hnojív), ale aj nedôsledným dodržiavaním osevných postupov a znížením výmer jednoročných a viacročných krmovín na ornej pôde.

5.1 Návrh na využitie výsledkov

1. Aby sa pôdna reakcia naďalej nezhoršovala a zároveň, aby sa dosiahla lepšia hodnota pH je potrebné na honoch s nízkym pH vykonávať melioračné vápnenie. Dávka potrebná na toto vápnenie môže vychádzať z modelového príkladu (4.5 Vypracovanie plánu vápnenia).

2. Na základe výsledkov ASP odporúčame hnojiť fosforom a draslíkom na pôdach s nízkou zásobou prístupnej živiny uplatnením dosycovacieho systému hnojenia. Na parcelách s dobrou zásobou týchto živín realizovať nahradzovací systém hnojenia. To znamená, že nehnojiť paušálne na všetkých honoch, pretože je to neekonomické a neekologické.

3. Keďže horčík je v pôde vo vysokom obsahu, pôdu horčíkom nehnojíme. Sledujeme aké množstvo sa nachádza v pôde a keď klesne na úroveň dobrej zásobenosti, začneme s nahradzovacím systémom hnojenia.

4. Za posledné 3 roky bol zaznamenaný pokles salda humusu a preto odporúčame zvýšiť podiel hovädzieho dobytku a z tohto vyplýva aj zvýšenie výmery jednoročných a viacročných krmovín. Efektívnejšie využívať už vyprodukované organické hnojivá. Využívať možnosť zeleného hnojenia. Odporúčame dôslednejšie dodržiavať osevné postupy.

6 Použitá literatúra

1. BAIER, Ján. – BAIEROVÁ, Věra. 1985. *Abeceda výživy rastlín a hnojení*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985. 364 s.
2. BAIER, Ján. – BAIEROVÁ, Věra. 1980. *Hnojíme v záhradkách*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1980. 201 s.
3. BEDRNA, Zoltán. 2009. *Starostlivosť o pôdu v záhrade*. 1. vyd. Bratislava: Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 2009. 249 s. ISBN 978-80-224-1087-8.
4. BERGMANN, Werner. – ČUMAKOV, Alexander. 1977. *Kľúč na určovanie porúch vo výžive rastlín*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1977. 296 s.
5. BIELEK, Pavol. 1998. *Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska*. 1. vyd. Bratislava: Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, 1998. 256 s. ISBN 80-85361-44.
6. BIZÍK, Ján. a i. 1996. *Výživa rastlín*. 2. vyd. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska, 1996. 104 s. ISBN 80-7137-290-0.
7. BOHRINGER, Martin. – GUNTER, Jorg. 1996. *Ochrana rastlín*. Ostrava: Blesk, 1996. 155 s. ISBN 80-86060-01-2.
8. BRESTENSKÝ, Vojtech. a i. 2002. *Sprievodca chovateľa hospodárskych zvierat*. Nitra: VÚŽV Nitra, 2002. ISBN 80-88872-18-9.
9. BUJNOVSKÝ, Radoslav. – LOŽEK, Otto. 1996. *Zásady výpočtu dávok hnojív a ich aplikácie*. 1. vyd. Bratislava: Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, 1996. 56 s. ISBN 80-8561-16-7.
10. BURANSKÝ, František. 1995. *Poradca záhradkára*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1995. 84 s. ISBN 80-07-00743-1.
11. DEMO, Milan. A i. 1998. *Usporiadanie a využívanie pôdy v poľnohospodárskej krajine*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 1998. 302 s. ISBN 80-7137-525-X.

12. DUCSAY, Ladislav. – VARGA, Ladislav. 2010. *Základy agrochémie*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2010. 165 s. ISBN 978-80-552-0466-6.
13. FECENO, Ján. a i. 1992. *Agrochémia a chémia*. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska, 1992. 174 s. ISBN 80-7137-0432.
13. FECENKO, Ján. a i. *Hnojenie poľných plodín*. 2. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 1997. 140 s. ISBN 80-7137-388-5.
14. FECENKO, Ján. – LOŽEK, Otto. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska, 2000. 452 s. ISBN 80-7137-777-5.
15. HANES, Jozef. 1995. *Pedológia*. 1. vyd. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska, 1995. 154 s. ISBN 80-7137-195-5.
16. HANES, Jozef. a i. 1997. *Pedológia*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 1992. 199 s.
17. HRAŠKO, Juraj. - BEDRNA, Zoltán..1988. *Aplikované pôdoznanectvo*. Bratislava: Príroda, 1988. 475 s.
18. KOVÁČIK, Peter. 1997. *Rozbor pôd, rastlín, hnojív a výpočet živín k poľným a záhradným plodinám*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 1997. 104 s. ISBN 80-7137-355-9.
19. KRNÁČOVÁ, Zdenka. – HREŠKO, Juraj. – Ďurová, Olívia. 2008. *Základy pedológie pre ekológov a enviromentalistov*. 1. vyd. Nitra: Fakulta prírodných vied UKF v Nitre, 2008. 194 s. ISBN 978-80-8094-393-6.
20. LOŽEK, Otto. a i. 1995. *Hnojenie záhradných plodín*. 1. vyd. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska, 1995. 174 s. ISBN 80-7137-210-2.
21. MASARYK, Štefan. a i. 1980. *Vápnenie pôd*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1980. 185 s.
22. SULZBERGER, Robert. 1996. *Kompost, pôda, hnojenie*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1996. 99 s. ISBN 80-07-00836-5.

23. TORMA, Stanislav. – JAMBOR, Pavel. 2000. *Hnojenie draslíkom v Slovenskej republike*. 1. vyd. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2000. 64 s. ISBN 80-85361-65-5.
24. VANEKOVÁ, Zlatica. – VANEK, Gašpar. 1983. *Hnojenie*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1983. 107 s.
25. Vyhláška MP SR č. 338/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o postupe pre odber pôdných vzoriek, spôsobe a rozsahu vykonávania agrochemického skúšania pôd, zisťovania pôdných vlastností lesných pozemkov a o vedení evidencie hnojenia pôdy a stavu výživy rastlín na poľnohospodárskej pôde a na lesných pozemkoch.