

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
VNITRE
FAKULTA AGROBIOLOGIE POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

1127103

ORGANICKÁ HMOT A PSEUDOGLEJOV

Rok 2010

Zuzana Nováková

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
VNITRE
FAKULTA AGROBIOLOGIE POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

ORGANICKÁ HMOT A PSEUDOGLEJOV

Bakalárska práca

Študijný program:	Všeobecné poľnohospodárstvo
Študijný odbor:	6.1.1. všeobecné poľnohospodárstvo
Školiace pracovisko:	Katedra pedológie a geológie
Školiteľ:	Ing. Vladimír Šimanský, PhD.

Nitra 2010

Zuzana Nováková

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Zuzana Nováková vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému „Organická hmota pseudoglejov“ vypracovala samostatne a spoužitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre 2010

.....

Abstrakt(vštatnomjazyku)

Organická hmotapôdy je najvýznamnejší indikátor kvality pôdneho prostredia. Preto cieľom tejto práce bolo vyhodnotenie obsahu a kvality organickej hmoty pôdy, pri jej rozdielnom využívaní. Pôdne vzorky boli odobraté z lokality Horné Zahorany z pôdneho typu pseudoglej, pričom zahrňovali 3 rozdielne spôsoby využívania pôdy a 3 rozdielne hĺbky.

Z dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že s narastajúcou hĺbkou pôdneho profilu u všetkých spôsobov využívania pôdy sme spozorovali postupné znižovanie obsahu celkového organického uhlíka. Až vyššie percentuálne zastúpenie obsahu humusu bolo v pôde využívanej ako les, lebo tu dochádzalo k najväčšej akumulácii humusu. Na druhej strane najnižší obsah humusu sme zaznamenali v časti pôdy využívanej ako pasienok. Najvyhovujúcejšiu priemernú kvalitu humusu z daných vzoriek sme zaznamenali na intenzívne obrábanej pôde (orná pôda) a najmenej vyhovujúcu priemernú kvalitu humusu v pôde využívanej ako les. Najpriaznivejšou stabilitou humusu sa vyznačovala pôda, ktorú sa využíva ako les, kým najnižšiu stabilitu humusu sme zaznamenali na pôde, ktorú sa využíva ako orná.

Kľúčové slová: pseudoglej, rozdielne spôsoby využívania pôdy, zadržanie uhlíka, kvalita organickej hmoty

Abstrakt (vcudzom jazyku)

The organic soil material is the most crucial soil quality indicator. An evaluation of content as well as quality of organic soil material for its various usage was an aim of this work. The samples of pseudogley soil type were taken in a locality Horné Zahorany, while these were of three different ways of soil usage and three different depths.

Based on the results we can state that for an increasing depth of soil profile of all soil usage types a gradual decreasing of total organic carbon was noticed. A higher percentage of humus content was noticed in the soil used as forest too, since there was the greatest accumulation of humus there. On the contrary, the lowest humus content was noticed in the soil used as pastureland. The most suitable humus quality of all the samples was noticed in the intensively cultivated soil (cultivable soil), and the least suitable average humus quality in the soil used as forest. The soil used as forest is of the most convenient humus stability, whereas the least humus stability was noticed in the soil used as cultivatable.

Key words: pseudogley, various ways of soil usage, carbon retention, quality of organic material

Obsah

Obsah.....	5
Úvod.....	6
1 Prehľad súčasných stavov riešenej problematiky	7
1.1 Pojem a definícia organickej hmoty a humusu ..	7
1.2 Zdroje organickej hmoty a humusu v pôdach	12
1.2.1 Rastlinné spoločenstvo	12
1.2.2 Organické hnojivá	13
1.3 Kvantitatívne a kvalitatívne ukazovatele organickej hmoty v pôde a humusu	17
1.4 Význam organickej hmoty a humusu v pôdach	20
1.5 Vplyv hospodárenia na organickú hmotu v pôdach	23
1.6 Charakteristika pôdneho typu pseudoglej	26
2 Cieľ	29
3 Materiál a metodika	30
3.1 Lokalizácia územia	30
3.2 Charakteristika prírodných pomerov	30
3.2.1 Geologicko-pedologické pomery	30
3.2.2 Geomorfologické pomery	31
3.2.3 Klimatické pomery	31
3.2.4 Hydrologické pomery	32
3.2.5 Odber pôdných vzoriek	32
4 Výsledky a diskusia	33
4.1 Vyhodnotenie množstva organickej hmoty v pôde ..	33
4.2 Vyhodnotenie kvality humusu v pôde	34
5 Záver	38
6 Návrh využitia výsledkov	39
7 Zoznam použitej literatúry	40

Úvod

Elixír života – pôdna organická hmota.

Pôdna organická hmota je skladba všetkých rastlinných a živočíšnych zvyškov v rozličných stupňoch rozkladu humus. Je to vrstva pôdy, ktorá odlišuje od horniny a tvorí v pôde úrodnosť. Je to zdroj energie a živín, ktoré sú nevyhnutné pre rastlinné spoločenstvo. Organický podiel je veľmi dôležitou zložkou pri vzniku a vývoji pôdy. Pôsobením na minerálny podiel pôdy sa zúčastňuje pôdotvorných procesov výsledkom, ktorých je vznik pedosféry. Je tvorený živou a neživou zložkou, ktoré sa podmieňujú a zapájajú do energie a živín. Pôdna organická hmota zahŕňa všetky organické látky na povrchu alebo v pôde. Humus ako komplex organických zlúčenín, ktoré činnosťami mnohých organizmov transformovali pôvodný materiál. Humus predstavuje zložitý, dynamický komplex organických zlúčenín, tvoriacich sa pri rozklade organických látok v pôde. Tvorba množstva humusu závisí od chemického zloženia organických zvyškov a z akých podmienok sa v danom prostredí rozkladajú.

Organická hmota v pôde je základnou súčasťou pôdy, ktorá má nenahraditeľnú funkciu v pôdnom procese. Organická hmota vrchných vrstiev je rozhodujúca pre úrodnosť pôdy, pretože sa tam nachádza väčšina živín. Na dosahované úrody má nemalý vplyv obsah humusu v pôde. Vplyv humusu na výšku úrody je mnohostranný. Zásluhou prítomnosti humusu sa hornina mení na pôdu a nadobúda špecifickú vlastnosť – úrodnosť. Humus vplýva na objemové zmeny pôdy, na púť vody, na oľňovanie a prepúšťanie vody a prevzdušňovanie. Humus vplyvuje aj na teplotu v pôde.

Každý správny hospodár pozná význam humusu. Spôsob hospodárenia ako redukované obrábanie, pravidelné dodávanie organických látok – humusu zvýšia výrazne zastúpenie organickej hmoty. Premysleným a vedomým hospodárením človeka sa dosiahne maximálne využitie pôdneho fondu. Hospodárske činnosti ako orba, striedanie plodín, čo najdlhší vegetačný pokryv pôdy, oševné postupy, pestovanie medziplodín, pozberové zvyšky, ochrana pôdy proti vodnej a vetrnej erózii, dostatočné zastúpenie a ich miešanie zvyšujú kvalitu pôdy a predosiahnutie čo najlepších potravinových výnosov.

1 PREHLAD SÚ ČASNÉHO STAVU RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

1.1 Pojem a definície organickej hmoty a humusu v pôde

Pôdna organická hmota je súbor všetkých rastlinných a živočíšnych zvyškov nachádzajúcich sa v rozličnom stupni rozkladu a humus. Je to tá časť pôdy, ktorá ju odlišuje od horniny, a ktorá zabezpečuje pôdnu úrodnosť. Má v pôde menšie zastúpenie ako minerálny podiel, ale plní mnohé dôležité funkcie (Zaujec kol., 2009).

Pôdna organická hmota je zdrojom energie a živín, ktoré využívajú rastliny a iné organizmy. Baktérie, huby a iné pôdne organizmy transformujú a uvoľňujú živiny z organickej hmoty. Organická hmota, to je množstvo rôznych organických zlúčenín, pričom niektoré sú viac využívané organizmami, iné menej. Pôdna organická hmota je tvorená zhruba rovnakým podielom humusu a aktívnej organickej hmoty. Aktívna organická hmota je časťou, ktorá je prístupná pôdnym organizmom (Zaujec kol., 2009).

„Ľudstvo už od dávna považovalo pôdnu organickú hmotu zaelixír života – v tomto prípade život rastlín.“ Časť pôdy predstavujúca „oživenú frakciu“ tvorená odumretými zvyškami organizmov, ich rozkladnými a syntéznymi produktmi tvorí pôdnu organickú hmotu. Vďaka bioakumulácii pôdnej organickej hmoty v povrchových vrstvách má pôda schopnosť prinášať úrodu (Alison, 1973).

Organická hmota je zložitým heterogénnym, polydisperzným súborom organických látok rozličného pôvodu, s premenlivým zložením, stupňom disperzity, aktivity a tým i vzhľadom na počet zložiek pôdnej hmoty a živým organizmom (Sotáková, 1982).

Organický podiel je dôležitou zložkou pri vzniku a vývoji pôdy. Svojim pôsobením na minerálny podiel pôdy sa zúčastňuje pôdovotvorných procesov, výsledkom ktorých je vznik pedosféry. Je tvorený živou a neživou zložkou, ktoré sa vzájomne podmieňujú a zapájajú do tokov energie a živín (Zaujec, 2002).

Sotáková (1982) uvádza, že organický podiel pôdy je tá časť pôdy, ktorá ju odlišuje od horniny a ktorá pôde zabezpečuje úrodnosť. Jej zastúpenie a zloženie je výrazným morfológickým znakom. Jednotlivé zložky sa podieľajú na tvorbe sorpčného komplexu, štruktúrnych agregátov, objemovej a mernej hmotnosti, zásob energie a biogénnych prvkov.

Organická hmota je poly disperzný a zložitý heterogénny súbor organických látok v rôznom stupni premeny a aktivity vo vzťahu zložkám pôdnej hmoty a organizmom. V pôdovom procese sa utvára za pôsobenia vnútorných i vonkajších činiteľov prostredia. Je rozmanitou zmesou rôznych chemických štruktúr. Tieto rôzne formy sú začlenené do troch skupín:

1. rastlinný odpad – pozostávajúci z fotosynteticky asimilovateľného materiálu a je minimálne ovplyvneným rozkladom srovnateľnými bunkovými štruktúrami. Táto frakcia pochádza z pôvodných koreňových a pozberových zvyškov.
2. interný pôdny C_{org} – zahŕňa produkty rozkladu, ktoré sú neprístupné biologickému rozkladu, pre ich špecifické chemické zloženie, alebo spojenie s pôdnymi minerálmi
3. dynamický pôdny C_{org} – pozostáva z fotosynteticky pretransformovaného uhlíka v rôznych štádiách prechodu z rastlinného odpadu na CO_2 (Janzen a kol., 1998).

Pôdna organická hmota zahŕňa všetky organické látky na povrchu alebo v pôde.

V súčasnú dobu sa používajú najrozšírenejšie a najnovšie termíny:

- **živé organizmy** – baktérie, huby, prvoky, dážďovky, živé korene, háďatka, červy, kôrovce
- **organický materiál, odumretý rastlinný materiál, detritus, povrchové zvyšky** – vzťahujú sa k rastlinám, živočíchom alebo iným organickým látkam, ktoré sa nedávno dostali do pôdy a sú na nich pozorovateľné ešte len po čiastočných znakoch rozkladu
- **aktívna frakcia organickej hmoty** – zahŕňa organické látky, ktoré mikroorganizmy využívajú ako zdroj potravy. Aktívna frakcia veľmi citlivo reaguje na zmeny hospodárenia na pôde a jej obsah sa mení rýchlejšie ako celkový obsah organickej hmoty
- **labilná organická hmota** – predstavuje ľahko rozložiteľnú časť organickej hmoty
- **koreňové exudáty** – sú zastúpené rozpustnými cukrami, aminokyselinami a inými látkami vyprodukovanými koreňmi vyšších rastlín
- **partikulárna organická hmota (POM) alebo ľahká frakcia (LF) organickej hmoty** – presnejšie sú definované veľkosťou a mernou hmotnosťou. Predstavujú ťažšie definovateľnú podiel aktívnej frakcie organickej hmoty.
- **lignín** – je ťažko rozložiteľnou organickou zlúčeninou, ktorá je súčasťou vlákien starších rastlín

- **humus** - sú to súhrnné vysokomolekulárne organické zlúčeniny, ktoré sú výsledkom činnosti mnohých organizmov, ktoré využívali a premenili pôvodný materiál. Humus nie je ľahko rozložiteľný, pretože môže byť chránený pred činnosťou organizmov fyzikálne vonútne agregátové alebo chemicky v komplexoch
- **rekalcitrantová organická hmota** – zahŕňa organickú hmotu ako humus alebo lignín, teda materiál, ktorý môže rozkladať len niektoré druhy organizmov (Zaujčekol.,2009).

Humus predstavuje zložitý, dynamický komplex organických zlúčenín, tvoriacich sa pri rozklade a humifikácii organických látok v pôde. Je produktom špecifickej činnosti pôdnych organizmov, ktorým súčasne zabezpečuje existenciu. Preto je charakterizovaný iako činiteľ stabilizácie organického životného prostredia (Zaujček, 1998).

Pôdny humus sa javí jednou z častí neprestajného reťazca trofických vzťahov medzi rôznymi formami života. Humus je začiatkom jeho reťazca a zároveň ho aj uzatvára (Orlov, 1974).

Humus predstavuje zložitý súbor organických látok v rozličnom stupni premeny rastlinných a živočíšnych zvyškov. Tvorba humusu je spojená so súborom biotických a abiotických premien, ktoré sú súčasťou pôdotvorného procesu. Tvorba a akumulácia humusu závisí od množstva a chemického zloženia organických zvyškov a od podmienok prostredia, ktoré určujú smer vratného procesu: rozklad vo vlhkom a teplom prostredí organické látky kvasia, hnilú a rašelinovatejú, pričom vznikajú bitumény, uhlie a rašelina. Pri striedaní vlhkých a suchých podmienok v priebehu roka organické látky humifikujú a vzniká humus (Bedrna, 1984).

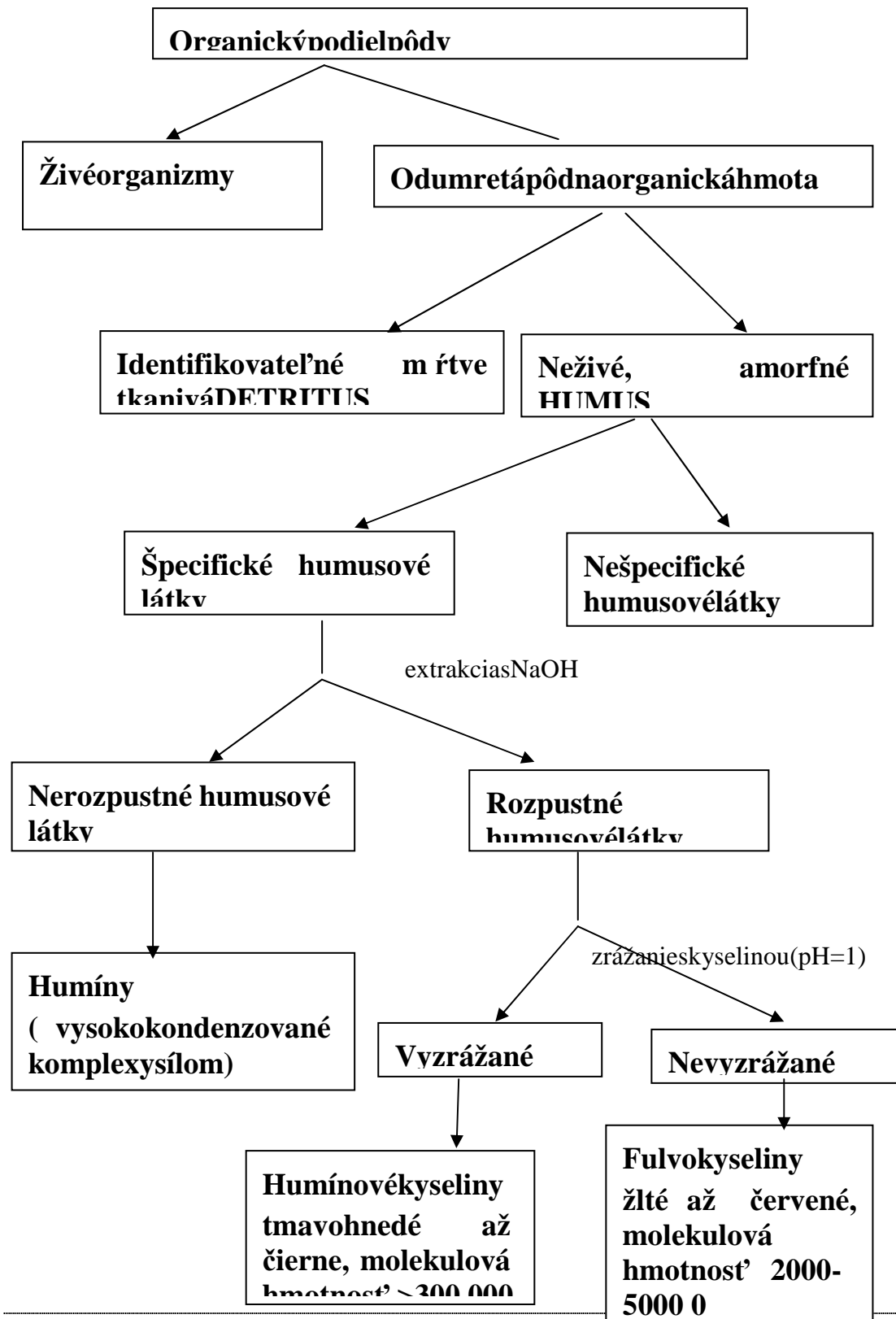
„Pôdny humus predstavuje zložitý premenlivý súbor organických látok, líšiacich sa pôvodom, späť s ňou s minerálnym podielom a fyzikálnymi vlastnosťami. Heterogénnosťou a premenlivosťou sa vyznačuje nielen celý súbor, ale aj každá zložka.“ (Sotáková, 1982)

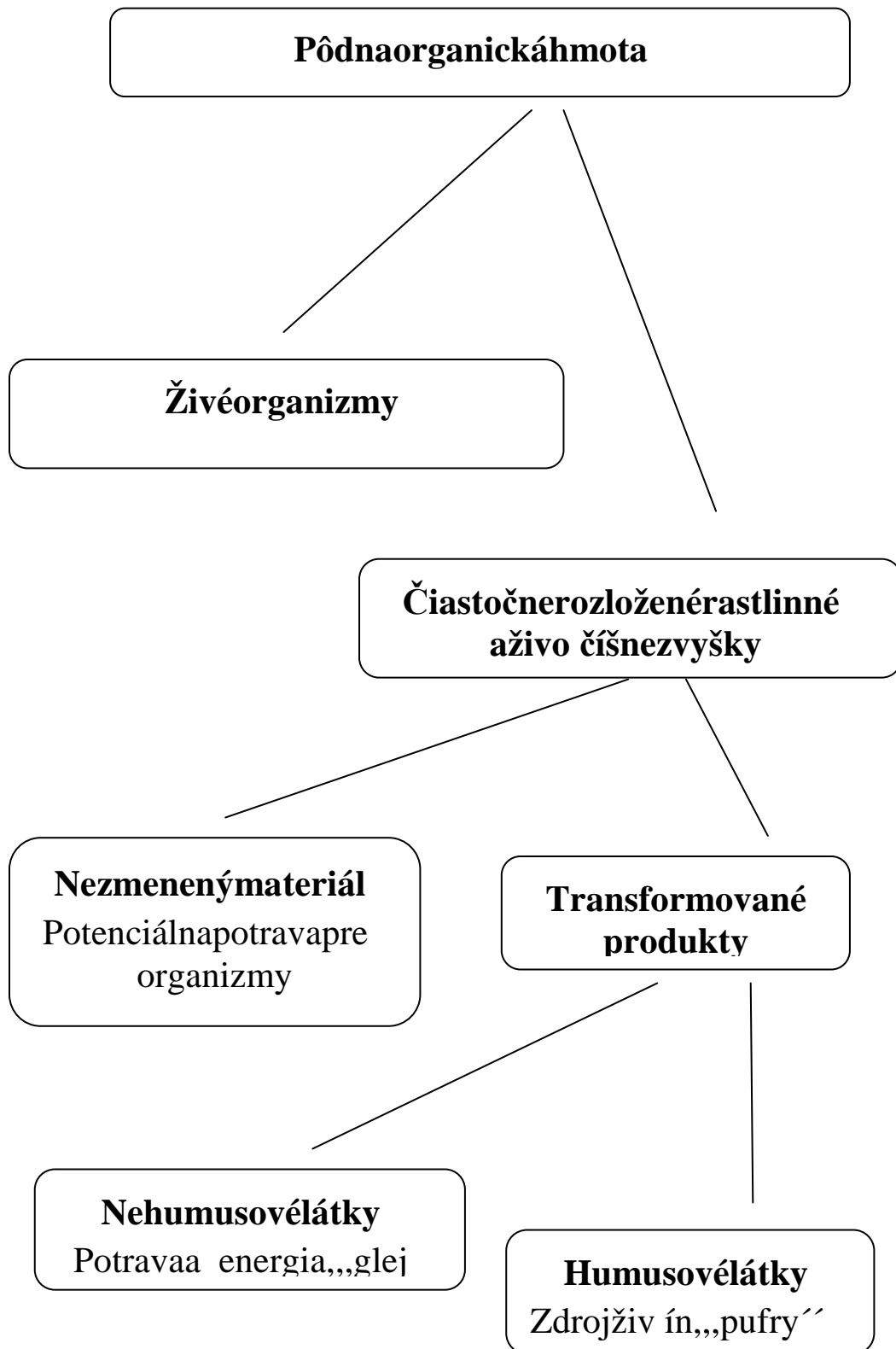
Waksman (1938) považoval humus skôr za stavbu hmoty ako za špecifickú substanciu.

Humus predstavuje časť organickej hmoty pôdy, v ktorej odumreté zvyšky strácajú pôvodne znaky anatomickej stavby a nadobúdajú špecifické znaky a vlastnosti. Novovzniknuté zlúčeniny špecifickej povahy sú tmavo sfarbené a dokonale premiešané s minerálnym podielom (Pospíšil, 1980).

Humus je súbor tmavo sfarbených organických zlúčenín, väčšinou vysokomolekulárnych, ktoré sú produktom rozkladu a syntézy v priebehu humifikácie avýznačujú sa odolnosťou voči rozkladným účinkom mikroorganizmov (Sotáková, 1988).

Obr.1 Zložka pôdnej organickej hmoty (Brady a Weil, 1999).





1.2 Zdroje organickej hmoty a humusu v pôdach

Veľkosť akumulácie organickej hmoty v pôdach je výsledkom súčasného pôsobenia zložitého komplexu činiteľov prírodného prostredia a činnosti človeka. Sú to však najmä organizmy – rastliny, živočíchy a mikroorganizmy, ktoré v meniacich sa podmienkach vlhkosti, teploty, fyzikálnych, chemických a fyzikálno-chemických vlastností substrátov a pôd produkujú organickú (Sotáková, 1982).

Hlavným zdrojom organických látok v orných pôdach sú pozberové a koreňové zvyšky rastlín. Od zastúpenia jednotlivých druhov plodín v osevnom postupe závisí množstvo a kvalita zvyškov (Jurčová, 1998).

1.1.1 1.2.1 Rastlinné spoločenstvo

Najväčší význam pre tvorbu, dopĺňanie a obnovu zásob organickej hmoty v pôdach majú rastlinné spoločenstvá, ktoré sú nadzemným opadom a odumierajúcimi koreňmi prvotným zdrojom. (Sotáková, 1982).

- nadzemné – odumierajúce časti rastlín po čas vegetácie, pozberové zvyšky poľnohospodárskych plodín, lesná opadanka

- podzemné – koreňové vlásky odumierajúce po čas vegetácie, odumreté koreňové systémy, koreňové výlučky rastlín.

Odumreté zvyšky rastlín sú najvýdatnejším rozhodujúcim zdrojom organickej hmoty, ktorá sa dostáva do pôdy vo forme koreňov a nadzemného opadu. Množstvo opadu a koreňov zasahujúcich do rozličnej hĺbky v profile pôdy značne kolíše. Závisí od typu rastlinného spoločenstva a jeho pôdno-klimatických podmienok. Hlavnými typmi rastlinných spoločenstiev, ktoré rozhodujú o tvorbe organickej hmoty na pevninách sú lesné a trávne spoločenstvá. Svojrásnym zdrojom organickej hmoty v extrémnych podmienkach vodného režimu sú močiarové a rašelinové spoločenstvá (Sotáková, 1988).

Lesné spoločenstvá sa vyznačujú veľkou pestrosťou a bohatosťou zloženia rastlinných formácií rozmiestnených v niekoľkých etážach. Od drevín svýškou 15 – 50 m cez kry, vysoké a nízke trávy až po machy, lišajníky, riasy, mikromicéty, koreňovú sústavu a mnohé živočíchy, tieto všetky sa podieľajú na tvorbe organickej hmoty. Hlavná časť lesného spoločenstva – dreviny majú trvalý charakter, preto rozhodujúci vplyv na tvorbu zásoby organickej hmoty v pôdach má každoročný opad, ukladajúci sa na povrchu vo forme hrabanky. Množstvo hrabanky závisí od zóny, zloženia, veku a hustoty drevín, od zastúpenia tráv a machov.

Pod lesným porastom je hlavným zdrojom humusu na povrchu pôdy sa ukladajúci opad, lesná hrabanka. Korene drevín ike d' majú veľkú hmotnosť, sú trváce, preto poskytujú pre tvorbu humusu len nepatrnú časť. Naopak pod bylinným porastom je hlavným zdrojom humusotvorných látok predovšetkým koreňový systém. Nadzemná časť sa spotrebúva človekom alebo živočíchmi, preto sa na tvorbu humusu podieľa v podstatne menšej miere. Svojrázny zdroj organickej hmoty sú močiarové arašeliné spoločenstvá. Okrem odumretých zvyškov vyšších rastlín môžu byť v kultúrnych spoločenstvách výdatným zdrojom organického hnojiva ako maštalný hnoj, rašelina a rôzne druhy kompostu (Sotáková, 1988).

1.2.2 Organické hnojivá – doplnkový zdroj pôdnej organickej hmoty

Organické hnojivá sú rozličné látky rastlinného i živočíšneho pôvodu. Sú to plné hnojivá, pretože na ich zloženie sa zúčastňujú tie isté látky, ktoré sa zúčastnili na tvorbe rastlinnej hmoty – krmiva a steliva. Obohacujú pôdu o všetky živiny a zlepšujú fyzikálno-chemické i biologické vlastnosti pôdy. Okrem toho tieto hnojivá:

- sú zdrojom organických látok a živín
- každoročne nahrádzajú asi 40 % mineralizovaných organických látok v pôde
- sú nenahradielným článkom kolobehu látok v prírode a poľnohospodárstve
- kompenzujú jednostranné pôsobenie priemyselných hnojív
- v priebehu obohatia maštalný hnoj (vdávke 30 ton) 1 hektár pôdy asi o 6 ton organických látok, 120 kg dusíka (využité len z polovice), 60 kg fosforu (P_2O_5), 150 kg draslíka (K_2O), 150 kg vápnika (CaO), 51 kg horčíka (MgO).

Doskupiny organických hnojív patria:

- maštalný hnoj
- močovka
- hnojovica
- pozberové zvyšky (slama, kôrovie, vňať atď.)
- komposty
- zelené hnojivo (Fečenko a Ložek, 2000).

❖ Maštal'nýhnoj

Maštal'nýhnoj má najväčší význam zorganických hnojív. Na vyhnojenie 25% o rnej pôdy dávkou 30 t ha⁻¹ je potrebných až 11 miliónov ton maštal'ného hnoja (Zaujec a kol. 2002).

Maštal'nýhnoj je zmes tekutých a tuhých výkalov hospodárskych zvierat s podstielkou a jeho kvalita závisí od druhu, veku zvierat, od druhu krmiva i od podstielky. Najlepšia podstielka je krátko rezaná slama. Dobrá nasiakavosť má aj rašelina. Kvalita maštal'ného hnoja závisí aj od jeho ošetrovania. V ťažších pôdach je lepšie zapracovať maštal'nýhnoj do pôdy na jeseň, v ľahších piesočnatých pôdach ho možno zapracovať aj na jar. Ak maštal'nýhnoj zapracujeme do ťažkej pôdy hlboko, nerozkladá sa vplyvom užitočných pôdnych mikroorganizmov, pretože prístup vzduchu je veľmi obmedzený a na úkor pôdnych mikróbov sa rozmnožujú plesne. (Vaneková a Vanek, 1983).

Maštal'nýhnoj sa vyznačuje vysokým obsahom mikroorganizmov (v 1 tona až 12 kg), ktoré rozkladajú organické látky v pôde a takto sprístupňujú prerastliny živiny obsiahnuté v organickej hmote. MH je zdrojom veľkého množstva oxidu uhličitého, ktorý sa tvorí pri jeho rozklade a ktorý rastliny využívajú v procese syntézy organických látok. Obohacujú pôdu ohumus, ktorý zlepšuje jej štruktúru, vlhkovú, vzdušnú a tepelnú vlastnosť. Maštal'nýhnoj ako zdroj živín pôsobí 2-3 roky.

Vplyvom organickej hmoty maštal'ného hnoja sa zvyšuje intenzita mikrobiálnych procesov v pôde, v dôsledku čoho sa zvyšuje rozpustnosť, a teda aj prístupnosť popolovín pre rastliny.

MH priemerne obsahuje 0,2% P₂O₅, 0,5% CaO, 0,5% K₂O, 0,4% N, 18-20% (25%) organických látok a mikroelementy. V pôde sa hnoj rozkladá vplyvom činnosti mikroorganizmov, pričom sa uvoľňuje CO₂, N organických zlučenín a premieňajú sa na NH₃. Hnoj rozhodný po poli musíme hneď zaorať, aby sme zabránili stratám dusíka a vyschnutiu hnoja (Fečenko a Ložek, 2000).

Systematické používanie priemyselných hnojív, na kyslých pôdach aj vápnenie, tiež pozitívne vplývajú na zvyšovanie obsahu humusu v pôde, ale podstatne menej ako použitie maštal'ného hnoja. Najlepšie využitie hnoja sa dosiahne pri súčasnom hnojení priemyselnými hnojivami a opačne. Najvyššie úrody sa v rámci osevného postupu dosahujú len vtedy, keď aplikácia hnojiva a organizácia osevného postupu v plnom rozsahu zabezpečia reprodukciu organickej hmoty v pôde. Maštal'nýhnoj sa podieľa na zlepšovaní bilancie humusu v pôde.

❖ Močovka

Močovka je veľmi hodnotné, rýchlo pôsobiace hnojivo. Z hľadiska obsahu živín sa močovka značne diferencuje, pretože okrem moču zvierat obsahuje aj odpadové technologické vody zo objektov živočíšnej výroby a zrážkovú vodu, ktorá sa pri dažďoch dostane do močovkovej jamy. Priemerný obsah živín v močovke charakterizujú nasledovné hodnoty: močovka zhromaždená z fariem: 0,10% N, 0,03% P₂O₅, 0,28% K₂O, močovka z močovkovej jamy z hnojiska: 0,26–0,39% N, 0,06–0,12% P₂O₅, 0,36–0,58% K₂O. Z údajov vyplýva, že močovka je predovšetkým dusíkaté–draselné hnojivo. Medzi základné dusíkaté chemické zlúčeniny, ktoré močovka obsahuje, patrí močovina, kyselina močová a kyselina gipurová. Močovkou sa môže hnojiť prakticky počas celého roka. Môže sa používať na prípravu kompostov, na prihnojovanie ozimín, okopanín, možno ju aplikovať pred jesennou orbou. Močovka sa najúčelnejšie využíva pri príprave rozličných kompostov.

❖ Hnojovica

Sušina hnojovice obsahuje 75–85% organického látkového, ich stabilita je však nižšia ako u maštaľného hnoja. Hnojenie hnojovici so slamou má priaznivý vplyv na obsah humusu v pôde. Spoločná zaorávka (slama, hnojovica) prispieva ku zvýšeniu obsahu organickej hmoty a ku zníženiu množstva vyplaveného dusíka. Pri hnojení hnojovicou sa zvyšuje dynamika mikrobiálnych procesov v pôde, zväčšuje sa množstvo pôdnych mikroorganizmov, a tým aj pôdnej biomasy.

❖ Komposty

Hospodárske, priemyselné, špeciálne komposty sa používajú na reguláciu obsahu organickej hmoty v pôde. Pozostávajú z organickej zložky a zeminy. Najcennejšou zložkou kompostov je organická hmota, ktorá má byť aspoň z 1/3 humifikovaná. Priemerný kompost obsahuje asi 10–15% organických látok.

❖ Zelené hnojivo

Zelené hnojivo je vlastne organická hmota niektorých rastlín pestovaných s cieľom zaorania do pôdy, čím sa pôda obohatí organickými látkami a dusíkom. Zelené hnojenie je jedným z najefektívnejších spôsobov zvýšenia úrodnosti pôdy. Pri aplikácii zeleného hnojenia do pôdy dostáva asi 30–40 t organickej hmoty, v ktorej sa nachádza 100–120 kg dusíka. Pôda sa pritom obohacuje aj o fosfor, draslík a ďalšie prijateľné živiny. Na zelené hnojenie sa používajú najmä bobovité (leguminózy) plodiny.

Ďalej sa môžu použiť vlčí bob, komonica, saradela (vtáčia noha), hrach poľný, ďatelina, hrachor lúčny, vika a iné. Z hľadiska obsahu dusíka a vápnika zelená hmotá má dokonca vyššie ukazovatele ako maštaľný hnoj. Môže sa s úspechom používať na všetkých pôdach v pásme s dostatkom prirodzených zrážok a podmienkach závlah, kde dostatok tepla a vlahy podmieňuje rýchlu tvorbu organickej hmoty siderátov (Panniková a Minejev, 1979).

❖ Pozberové zvyšky – slama

Slama je bohatým zdrojom organických látok.

V závislosti od pôdnych a klimatických podmienok sa mení rozsah chemického zloženia slamy. Priemerne obsahuje 0,5% dusíka, 0,25% fosforu, 0,8% draslíka a 35–40% uhlíka vo forme rôznych organických zlúčenín. Slama je dôležitým zdrojom uhlíka potrebného na tvorbu pôdneho humusu a kyseliny uhličitej, ktorý je zdrojom atmosférickej výživy rastlín. Pomocou tanierových alebo radlicových pluhov sa slama zapracuje do menšej hĺbky (8–10 cm) a až neskôr sa zaore do potrebnej hĺbky. Zapracovaním slamy do hornej vrstvy pôdy sa umožňuje rýchlejšia mineralizácia jej organických látok, pričom sa hromadí menej toxických látok (v podstate éterických kyselín) (Panniková a Minejev, 1979).

Na zachovanie hladiny humusu v pôde je treba ročne zaorať na 1 ha minimálne 20 t slamy + strnisko ako rene, čím sa prakticky uhradí mineralizované množstvo humusu.

Římovský (1994) tvrdí, že pozberové zvyšky pestovaných plodín spolu s odumretou hmotou rastlín tvoria približne 57% celkovej ročnej spotreby sušiny organických látok v pôde.

Pozberové nadzemné i nové podzemné zvyšky plodín s určitým obsahom organických a minerálnych látok tvoria po zapracovaní do pôdy významný substrát pre pôdne mikroorganizmy, stávajú sa súčasťou fyzikálno-chemicko-biologických procesov v pôde, a tým výrazne ovplyvňujú pôdotvorné procesy i rast, vývoj a úrodu následných plodín (Jurčová, 1998).

Rastlinné zvyšky, ktoré ostávajú na povrchu pôdy pri bezorbových technológiách, sa rozkladajú postupne. Stupeň ich rozkladu je rozhodujúcim faktorom udržania či zvýšenia celkového obsahu organickej hmoty v pôde a závisí odo všetkých poveternostných i pôdnych podmienok, ale i od charakteru rastlinného materiálu (Pospíšil, 1999).

Pri rozhodovaní orežime pozberových zvyškov je dôležitý ich druh, stav a rovnomernosť rozdelenia po povrchu pôdy (Pospíšil, 1999).

Medzi doplnkové zdroje organických látok patria i kaly z čističiek odpadových vôd, ktoré sú bohaté na organické látky, makro a mikroživiny. Tieto vlastnosti umožňujú priamu aplikáciu kalov na poľnohospodársku pôdu. Často sú kaly z čističiek odpadových vôd znečistené ťažkými kovmi, organickými polutantami a patogénnymi mikroorganizmami. Vďaka značnej toxicite a minimálnej degradovateľnosti rizikových prvkov je ich obsah v kaloch hlavným faktorom limitujúcim pre tento postup (Dvořák a kol., 2001).

1.3 Kvantitatívne a kvalitatívne ukazovatele organického hmoty v pôde a humusu

Pri hodnotení humusu v pôde je potrebné posudzovať nielen jeho obsah, ale aj jeho kvalitatívne zloženie. To je hlavne určované pomerom základných zložiek humusu – humínových kyselín a fulvokyselín.

Na základe odolnosti voči degradácii a rozpustnosti v kyselinách a zásadách, boli humusové látky tradične rozdelené do 3 skupín, a to, humínové kyseliny, fulvokyseliny a humíny. Fulvokyseliny majú najmenšiu molekulovú hmotnosť a strednú odolnosť voči degradácii a humíny najväčšiu molekulovú hmotnosť a najväčšiu odolnosť. Pomer medzi humínovými a fulvokyselinami je často používaným kritériom pre hodnotenie kvality humusu (Sotáková, 1982).

Hraško a Bedrna, (1988), tvrdí že spoľahlivejším ukazovateľom kvality humusu je pomer humínových kyselín k fulvokyselinám, alebo stanovenie optického farebného kvocientu humusu.

Triedenie humusových látok:

1. Humínové látky

- nerozpustné v káliách (humín, humolignín, humusové uhlie)
- rozpustné v alkáliách (humínová kyselina, humátová kyselina, fulvokyseliny)

2. Nehumínové látky

- Lignín, celulóza, hemicelulóza, proteíny, nízkomolekulárne produkty rozkladu – organické kyseliny, aminokyseliny a iné.

3. Látky rozpustné v organických rozpúšťadlách

-
- Látky živinové, vosk, triesloviny, mastné kyseliny a iné (Soták a kol., 1982)

Humínové kyseliny (HK)

Obsahujú 50–62% uhlíka, 2,8–6,6% vodíka, 31–40% kyslíka, 2–6% dusíka, 1–5% popolovín. Elementárne zloženie HK ovplyvňuje pôdny typ, chemické zloženie rozkladajúcich sa organických zvyškov, podmienky humifikácie a spôsob ich izolácie. Podstatnými zložkami stavby makromolekuly HK sú jačdro, bočné reťazce a periférne funkčné skupiny. HK sú amorfné látky, sférokoloidy s veľkosťou okolo 3–10 nm. Tvar molekúl má veľký význam pri tvorbe pôdnej štruktúry.

Uhmínové kyseliny

Sú blízke štruktúrou a vlastnosťami humínovým kyselinám.

Humatmelánové kyseliny

Sú frakciou huminových kyselín, rozpustné v etanole a majú nižšiu molekulovú hmotnosť ako humínové kyseliny.

Fulvokyseliny (FK)

Majú vysokomolekulovú povahu a veľkú migračnú schopnosť v pôdnom profile. Genetické vzťahy medzi fulvokyselinami a humínovými kyselinami sú zložité, vzhľadom na úzkú genetickú súvislosť medzi nimi a možnosť spätného prechodu. Fulvokyseliny sa pokladajú za primárne štádium tvorby humínových kyselín, pričom môžu byť i produktom deštrukcie humínových kyselín (Zaujeca a kol., 2009).

Humíny

Je to skupina látok s veľkou molekulovou hmotnosťou ako humínové kyseliny, ktoré sú relatívne ochudobnené niektorými periférnymi skupinami, čím sa celá makromolekula stáva menej hydrofilnou. Pre svoju vysokú chemickú stabilitu a inertnosť sa humíny len obmedzene zúčastňujú na pôdotvornom procese a neplnia funkciu pravého humusu. Humíny sa tiež definujú ako anhydridy humínových kyselín alebo ako ťažko rozpustné modifikácie humínových kyselín (Zaujeca a kol., 2009).

Všeobecne sa konštatuje, že agronomické vlastnosti pôd sú priaznivejšie tam kde prevládajú humínové kyseliny nad fulvokyselinami (t.j. pomer $C_{HK} : C_{FK}$ je nad 1) akde je vysoký obsah frakcie humínových kyselín viazaných s Ca^{2+} kationmi. V ľuvizemných a pseudoglejových pôdach je len v kultúrnených podmienkach pomer $C_{HK} : C_{FK}$ blízky hodnote

1, sh ĺbkou sa zvyšuje obsah fulvokyselín apomer klesá po d hodnotu 0,6 (Hanes akol., 1995).

Kvalita humusových látok vpôde závisí od správania sa humusových látok ako organického koloidu v pôde. Vtomto smere sa často využíva pomer uhlíka vpôde kcelkovémudusíku

(C:N), ktorý sa pri kvalitnom humuse pohybuje okolo 10. Čím je tento pomer širší (viac ako 10), tým je humus vpôde menej kvalitný (Brabcová, 1981).

Množstvo uhlíka obsiahnutého vpôdach amnožstvo plýnov vyprodukovaných počas rozkladu organických látok je vo veľkej miere ovplyvnené vstupmi organickej hmoty, ato prostredníctvom rastlinných odpadov, koreňových výlučkov aodmeny koreňového systému (Banyász, 2005).

Pôdny organický uhlík predstavuje jeden z najdôležitejších pôdnych parametrov, ktorý vo významnej miere ovplyvňuje mnohé úrodnotvorné ako aj environmentálne funkcie pôdy. Obsah pôdnej organickej hmoty (org.C) vepôdmitesnekolerujes prirodzenou pôdnou úrodnosťou. Vhumusových horizontov pôd mierneho pásma je asi 1–3% organického C. Organický uhlík vpôde je významnou súčasťou ekosystému. Odhaduje sa, že v globálnom merítku dosahuje množstvo organického uhlíka vpôdach 3,01 x 10¹² t. To je množstvo, ktoré je väčšie ako obsah C viných terestrických zložkách. Najviac je táto zložka oveľa dynamickejšia. Obsah organického uhlíka a jeho dynamika vpôde je neobyčajne významnejšia v pôdnych ekosystémoch ako v ekosystémoch (Kubat, 1996).

Tabuľka 1. Uhlík v zdrojocho organickej hmoty na orných pôdach (Zaujec akol., 2009)

Organické látky	C v %	Humifikačný koeficient
Rastlinné zvyšky	40	0,08
Maštalný hnoj	50	0,30
Kompost	50	0,50
Hnojovica	30	0,15
Slama	40	0,30

Tabuľka 2.: Priemerné C_{ox}, N a C:N hodnoty v hlavných pôdnych predstaviteľoch Slovenskej republiky (priemerné údaje z hĺbky 0,3 m) (Bielek, 1998).

	Pôdny typ	% C _{ox}	% N _t	C:N
1.	Gleje	3,07	0,251	12,2
2.	Čiernice	2,14	0,201	10,6
3.	Černoze	1,51	0,179	8,8
4.	Hnedozeme	1,24	0,143	9,0
5.	Pseudogleje	2,01	0,165	12,1
6.	Fluvizeme	1,71	0,178	10,0
7.	Rednziny	2,06	0,195	10,8
8.	Podzol	2,88	0,265	11,0
9.	Regozeme	2,16	0,205	10,8
10.	Kambizeme	1,77	0,174	10,4
11.	Luvizeme	1,35	0,164	8,4

1.4 Význam organickej hmoty a humusu v pôdach

Pôdna organická hmota má menšie zastúpenie ako minerálny podiel, ale plní mnohé dôležité funkcie ako:

- výživovú - zásobuje rastliny N a P a poskytuje aj niektoré mikroelementy
- biologickú - ovplyvňuje aktivitu pôdnych organizmov
- fyzikálnu a fyzikálno-chemickú - podporuje stabilitu pôdnej štruktúry, vplýva na zlepšenie vodného, tepelného a vzdušného režimu pôdy, puľrovaciu schopnosť pôdy a kationovú výmennú kapacitu (Zaujec a kol., 2009).

Organická hmota v pôde je základnou súčasťou pôdy, ktorá má nezastupiteľnú funkciu v pôdovom procese a pri formovaní pôdnej úrodnosti. Organická hmota v vrchných vrstvách je rozhodujúca pre úrodnosť pôdy. Nachádza sa tam väčšina živín. Má významnú úlohu ako chemický puľer. Zvýšenie obsahu pôdnej organickej hmoty môžeme dosiahnuť ponechaním pozberových zvyškov na poli, aplikáciou maštalného hnoja alebo

kompostu, konverziou ornej pôdy na trávne porasty a lebo zavedením periódy zeleného úhoradoosevných postupov (Kuderna a Blum, 2000).

Organická hmota je právom považovaná za rozhodujúcu acentrálnu zložku agroekosystémov z hľadiska trvalého udržania pôdných systémov ako zdroj a dusíka, fosforu, síry pre rastliny, ale hlavne svojim komplexným pôsobením na biologické, fyzikálne, chemické a environmentálne funkcie avlastnosti pôdy, čo je úzko spojené s kolobehom uhlíka (Sotáková, 1982).

Pôsobenie humusu na fyzikálne vlastnosti pôd sa prejavuje najmä pri tvorbe štruktúrnych agregátov a porovnosti. Humusové látky sú látky vytvorené druhotne z primárnej organickej hmoty. Humusové látky spolu s ostatnými organickými zlúčeninami pôd sú veľmi aktívnym činiteľom pri príprave hornín a minerálov v procese zvetrávania. Humus pôsobí aj na stabilizáciu niektorých vlastností pôdy, má teda pufovaciu schopnosť. Ide predovšetkým o reguláciu pôdnej reakcie a oxidačného-redukčného potenciálu pôdy. Humusové látky majú aj biologickú funkciu, ovplyvňujú rastliny, mikroflóru a mikrofaunu. Pre rastliny sú potenciálnym zdrojom živín a energie (Mareňiak a kol., 1987).

Na dosahované úrody a mikrobiálny proces, ktorý prebieha v pôde má nemalý vplyv obsah humusu v pôde. Nepriamy vplyv humusu na výšku úrodu je mnohostranný a spočíva v priaznivom ovplyvnení takmer všetkých pôdných vlastností a zložiek, ktoré majú rozhodujúci vplyv na výživu rastlín (Baier, 1985).

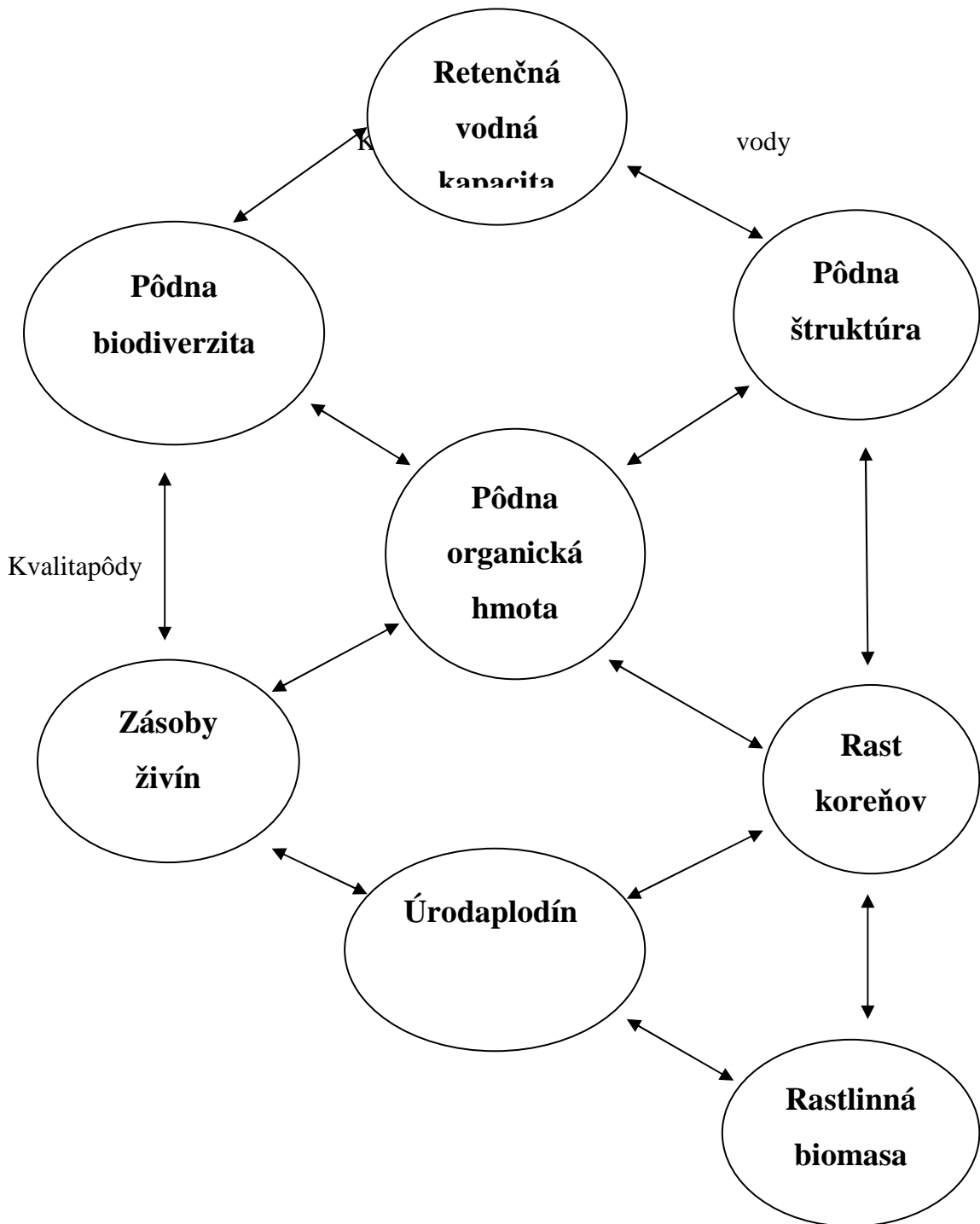
Vováčšie v pôde organická hmota hlavným činiteľom tvorby a stabilizácie hrudiek a gúľovitých štruktúrnych agregátov. Organická hmota poskytuje energiu a substrát, ktoré využívajú na svoju aktivitu baktérie, huby a pôdne živočíchy. Zároveň sa pri rozklade organických zvyškov vytvárajú gély a iné mikrobiálne produkty a spolu s prítomnými baktériami a hubami podporujú tvorbu hrudiek. Ako reňové výlučky rastlín sa podieľajú na agregácii v procese (Zaujec, 2009).

Mnohostranná funkcia humusu je pri vytváraní úrodnosti pôd. Zásluhou prítomnosti humusu sa hornina mení na pôdu a nadobúda špecifickú vlastnosť úrodnosť. Podstata pôsobenia humusu na fyzikálne vlastnosti spočíva predovšetkým v jeho tmelivých schopnostiach pri vytváraní štruktúrnych agregátov, v jeho vplyve na objemové zmeny pôdy, napúšťanie, uvoľňovanie a prepúšťanie vody a prevzdušňovanie. Humus ovplyvňuje i tepelný režim pôd, pretože umožňuje pohlcovať väčšie množstvo slnečnej energie a zároveň tmavšie sfarbenie pôd avytváranie veľkého, kypného, aktívneho povrchu.

Úpravou vodnofyzikálnych vlastností pomáha humus chrániť pôdu pred eróziou (Sotáková, 1988).

Humus v pôde a v prírode plní nasledujúce funkcie :

- podieľa sa na tvorbe a formovaní fyzikálnych a technologických vlastností z nich treba spomenúť predovšetkým znížovanie objemu hmotnosti, atým aj zvýšenie pórovitosti
- účasť na kolobehubiogénnych prvkov – ich vstup do pôdy vo forme odumretých zvyškov rastlín, živočíchov a mikroorganizmov, kde podliehajú procesom transformácie a časť zabudováva do humusu a z neho sa uvoľňuje pri procese mineralizácie
- zabezpečenie energie a uhlíka pre pôdne mikroorganizmy – tie budujú svoju plazmu a po ochodumretí sa zapájajú do procesov transformácie organických látok
- účasť na procesoch iónovej výmeny – poskytuje výmenné miesta pre väzbu predovšetkým kationov, ide o frakciu koloidov (humus 3000–14000 mmol(p⁺).kg⁻¹)
- vplyv na rozpustnosť a migráciu prvkov v prírodnom prostredí
- reguláciu pufrovacej schopnosti pôd
- pozitívny vplyv celého radu biologicky aktívnych látok
- reguláciu redoxpotenciálu pôd
- viazanie pesticídov a ťažkých kovov – Pb²⁺, Cd²⁺, Cu²⁺, Mn²⁺, Zn²⁺ a iné polyvalentné kationy, biodegradabilita pesticídov
- brzdenie rozvoja niektorých rastlinných patogénov
- tvorba štruktúrnych agregátov, ich vodeodolnosť, poróznaosť pôdy, tepelná bilancia, vododržnosť, chemická a biologická detoxikácia pôd, cez farbu vplyv na teplotu pôdy, vodná retencia, pričom organická hmota môže zadržať až 20-násobok jej hmotnosti (Zaujec, 2009)



1.5 Vplyv hospodárenia na organickú hmotu pôdy

Pôdna organická hmota je zdrojom energie a živín, ktoré využívajú iné rastliny a organizmy. Baktérie, huby a iné organizmy transformujú a uvoľňujú živiny z organickej hmoty. Organická hmota je tvorená množstvom rozličných druhov organických zlúčenín pričom niektoré sú organizmami využívané viac a iné menej. Vo všeobecnosti pôdna organická hmota je tvorená zhruba rovnakými časťami humusu a aktívnej organickej

hmoty. Aktívna organická hmota je časťou, ktorá prístupná pôdnym mikroorganizmom. Baktérie majú tendenciu využívať jednoduchšie organické zlúčeniny, akými sú koreňové exudáty alebo čerstvé rastlinné zvyšky, drevo a pôdny humus. Obrábanie pôdy (napríklad orba) akceleruje aktivitu baktérií a ďalších organizmov, ktorých zdrojom živín je organická hmota (konvertujú ju na CO₂), pričom znižujú obsah aktívnej časti. Spôsoby hospodárenia podporujúce zvyšovanie pôdnej organickej hmoty (redukované obrábanie, pravidelné dodávanie organických látok) zvýšia výrazne zastúpenie aktívnej časti organickej hmoty. Ako rastie obsah organickej hmoty, tak i pôdne organizmy zohrávajú svoju úlohu pri jej konverzii na humus, čo je relatívne stabilná forma organického uhlíka za držiavaného v pôdach niekohoľko desiatok rokov až storočí (Tobiášová, 2007).

Intenzívne obrábanie pôdy (orba) akceleruje aktivitu baktérií a ďalších organizmov, ktoré sa živia organickou hmotou (konvertujú ju na CO₂), pričom znižujú obsah aktívnej časti. Spôsoby hospodárenia podporujúce rast obsahu organickej hmoty (redukované obrábanie a pravidelné vnášanie organických látok) výrazne zvýšia zastúpenie aktívnej časti organickej hmoty. Ako rastie obsah organickej hmoty, tak i pôdne organizmy zohrávajú svoju úlohu pri jej konverzii na humus, čo je relatívne stabilná forma organického uhlíka zadržovaného v pôdach niekohoľko desiatok rokov až storočí (Zaujec, 2009).

Osevný postup v podmienkach trvalo udržateľného poľnohospodárstva je jedným z hlavných agrotechnických opatrení, pomocou ktorých osa využívajú schopnosti niektorých druhov kultúrnych rastlín priaznivopôsobit' na fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy. Premysleným a cieľavedome organizovaným striedaním plodín sa vytvoria predpoklady pre maximálne využitie pôdneho fondu a slnečnej energie. Štruktúra a odrodová skladba plodín musí byť v súlade s pôdno-klimatickými podmienkami, biologicky vyvážená, s dostatočným zastúpením plodín regenerujúcich pôdnu úrodnosť a chrániacich životné prostredie. V štruktúre plodín sa prejavuje väčšia pestrosť rastlín, ako v odrodovej tak aj v druhovej skladbe, odklon od prevahy ozimín pri obilninách, zvýšený podiel ďatelinovín (vikovitých a iných viacročných plodín), kŕmnych a jedlých strukovín, zeleniny a nápadné zníženie podielu kukurice na zrnko. Popri bežných poľných plodinách majú významajmaloplošné plodiny ako sú liečivé rastliny, pohánka a iné. Osevný postup musí zabezpečiť celoročný pokriv pôdy, ktorý je dôležitý z hľadiska znižovania zaburinenosti, preto sa často využívajú podsevy a medziplodiny na zelené hnojenie, vhodné je striedanie do časných lúk a pasienkov s plodinami pestovanými na oľnej pôde.

Fytosanitárne vlastnosti pôdy sú dominujúce v ochrane rastlín proti škodlivým organizmom, ktoré je tiež možné regulovať vhodným striedaním plodín. Využitie alelopacie, napr. pri pestovaní liečivých a koreninových rastlín s tržnými plodinami, tiež sledujú fytopatologické ciele. (Štruktúra plodín a oševný postup, aktualizované, 2000)

Striedanie plodín je regulačné opatrenie, ktorým sa cieľavedome usmerňuje obsah pôdnej organickej hmoty, regulujú sa škodlivé činitele, pôdne prostredie najmä obsah vody, štruktúra pôdy a rizosféra mikroflóra. Pri zabezpečovaní trvalo udržateľného rozvoja v poľnohospodárstve má oševný postup významnú úlohu, najmä z hľadiska biologickej mnohotvárnosti agroekosystému. Žiadne prírodné spoločenstvo rastlín netvorí porast jedného druhu. Vždy je to súbor veľkého počtu rôznych rastlín, ktoré si navzájom konkurujú alebo pomáhajú (KULONOVÁ, 2002)

Oševné postupy v ekologickom poľnohospodárstve sú založené na zásadách striedania plodín, ktorým môže zhrnúť nasledovne:

- striedanie plodín plytko koreniacich s plodinami hlboko koreniacimi, plodín s mohutným koreňovým systémom s plodinami s menej rozvinutým koreňovým systémom,
- čo najdlhšie vegetačné pokryv pôdy, pokiaľ možno aj cez zimné obdobie,
- kompenzácia nižšej produkcie biomasy koreňov a pozberových zvyškov pestovaním medzi plodín,
- dostatočné zastúpenie vikovitých plodín, najmä ďatelínových a ich miešanie s trávami,
- druhová pestrosť pestovaných plodín, zabezpečenie dostatočného množstva biomasy pre aktivitu mikroorganizmov,
- šírka honov nesmie prevyšovať dĺžku maximálnej migračnej dráhy užitočných organizmov (maximálna šírka 300 m),
- striedať plodiny so slabou konkurenčnou schopnosťou proti burinám s plodinami s vyššou konkurenčnou schopnosťou,
- ochrana pôdy proti vodnej a veternej erózii,
- pestovanie plodín, resp. kultúr zodpovedajúcich podmienkam stanovišťa, rezistentných, resp. tolerantných druhov proti domínujúcim škodlivým činiteľom,
- štruktúra plodín musí zabezpečiť chovaným zvieratám vyváženú a plnohodnotnú krmnú dávku počas celého roka.

(Štruktúra plodína osevný postup, 2000)

1.6 Charakteristika pôdneho typu pseudoglej

Pseudogleje vznikajú na miestach hromadenia sa zrážkovej vody, ktorá pre slabú priepustnosť pôdných vrstiev neprechádza do hlbších častí pôdneho profilu. V týchto pôdach sa striedajú redukčné podmienky so oxidáčnymi. Striedanie aeróbnych a anaeróbných podmienok vedie k striedavej imobilizácii zlúčenín železa, hliníka, mangánu. Tak vzniká mramorovaný horizont. Pre pôdne živočíchy sú tu nevhodné podmienky. Mikroorganizmami je produkovaná kyselina sírová, ktorá rozpúšťa rôzne látky. Zastúpené sú turody *Clostridium* a *Cellvibratio*. Živočíchy tu nemajú. 5 % tvoria daždovky. Väčší podiel tvoria larvy chrobákov, roztočov a chvostoskokov (Tobiášová, 2007).

Podľa starého názvoslovia platiaceho na našom území do roku 1985 sa proces pseudoglejovatenia, ktorým vzniká tento pôdny typ nazýval proces oglejenia. Preto sa v citáciách starších literatúr uvádzajú charakteristické znaky pôdneho typu ako oglejená pôda. Oglejené pôdy sa vyskytujú v rovinatejších prvkoch reliéfu, na miernych svahoch, v depresiách a v blízkosti podsvahových pramenísk. Vyskytujú sa predovšetkým v pahorkatinách a vrchovinách kotlin, menej nížin v nadmorskej výške 200 – 800 m, v podmienkach mierne teplej až chladnej a mierne vlhkej až vlhkej klímy (priemerná ročná teplota 6–8°C, ročný priemer zrážok 500–1000 mm). V nižších polohách sa tvoria na ťažkých substrátoch, vo vyšších, humídnejších polohách na stredne ťažkých až ľahších substrátoch so slabou priepustnosťou (Sotáková, 1988).

Zamokrenie pôdy môže nastať povrchovou alebo podzemnou vodou. Pri povrchovom zamokrení pôd voda atmosférických zrážok, alebo záplavová voda nepresakuje dostatočne rýchlo pôdnym profilom. Nad vrstvou s nedostatočnou priepustnosťou pre vodu (v hĺbke do 1 m od povrchu pôdy) dochádza k zaplaveniu pôdovou vodou a k nedostatku prevzdušnenosti. Voda odteká z pôdy bočným pôdnym odtokom a len pomaly presakuje do spodiny. Dochádza k oglejeniu pôdných horizontov a k negatívnym dôsledkom vznik pôdneho typu pseudoglej (Hrašková a Bedrna, 1988).

Vývoj oglejených pôd závisí od stupňa vnútornej drenáže, od klímy (humidnosti) a od doplnkového zavlaženia povrchom stekajúcimi vodami. Nedostatočná vnútorná drenáž vedie k príjmu povrchových vôd súčasnými činiteľmi oglejenia.

Pseudoglej je štvorhorizontový (A-E-B-C), alebo trojhorizontový (A-B-C) pôdny typ, vyvinutý na pôdnych prevažne nekarbonátových pôdnych substrátoch. Vrchnú časť pôdneho profilu tvorí ochrický Ao-horizont (sve tľý humusový horizont hrúbky < 0,3 m) s variabilným obsahom humusu a priemerným pH/KCl 5,3. Obsah humusu u pseudogleja je 2,0 – 2,5 % (pod tr ávnym porastom 4 – 5 % avmo čiarovej oglejenej pôde až 10%). Kvalita humusových látok je nízka. Pod Ao-horizontom sa môže nachádzať (nie je podmienkou) svetlejší (svetlosivý) eluviálny pseudoglejový En-horizont, ktorý vznikol ochudobnením vyľuhovaným najmä minerálne a organické koloidy v dôsledku silného premývania povrchovými vodami. Jeho prechod do Bm-horizontu je často jazykovitý (Sotáková, 1988).

Pseudoglej-PG: Výmera v poľnohospodárskych pôdach SR: 144 867 ha (5,9%) - produkčné orné pôdy až menej produktívne trvalé trávne porasty. Produkčný potenciál (rozpätie): 31 – 50 bodov v 100 bodovej stupnici. Úradná cená podľa výhlášky MF SR č. 465/1991 Z.z.: 697-1527 €/a ha.

Pseudogleje vznikajú na zamokrených plochách, v terénnych depresiách, ktoré pre ťažkú nepriepustnú spodinu nemajú riadny odtok perkolujúcej vody. Pomerné dobre sa na nich darí ovsu a ďateline ľúčnej, ak sú vyvinuté na sprašových hlinách. Iné plodiny sa pestujú obtiažne, prípadne snáročnými zúrodňovacími opatreniami (odvodnenie, úprava fyzikálneho stavu pôdneho profilu). Typická sekvencia pôdnych horizontov: Ao-Bg-Cg alebo Ao-En-Bg-Cg.

Pseudoglej je štvorhorizontová A-E-B-C alebo trojhorizontová A-B-C pôda, vyvinutá na rôznych, prevažne nekarbonátových pôdnych substrátoch, v podmienkach premyvneho vodného režimu sprebytkom povrchových, najčastejšie svahových vôd, na úpätiach svahoch alebo na substrátoch majúcich horizontov (vrstvu) so zníženou priepustnosťou. Je to pôda so ochrickým Ao-horizontom s variabilným obsahom humusu nízkej kvality a kyslou výmennou pôdnou reakciou (pH/KCl). Pod ochrickým horizontom sa môže nachádzať (nie je podmienkou) svetlejší (svetlosivý) eluviálny hydromorfný En-horizont, ktorý vznikol ochudobnením vyľuhované, najmä minerálne a organické koloidy, v dôsledku silného premývania povrchovými vodami. Jeho prechod do Bg-horizontu je často jazykovitý. Mramorovaný Bg-horizont sa u PG vyvinul ako dôsledok prítomnosti textúrne ťažšej a pre vodu menej priepustnej litologickej vrstvy. Prevažne ide o pôvodne kambický Bv-horizont. Periodicky stagnujúca prúdiaca voda pri striedaní redukčných a oxidačných procesov v horizonte označovaná ako Bgv

(mramorovaný kambický B-horizont), vytvára pestrú, mramorovanú vzorku farieb sivej, hrdzavej až hnedej, pričom zastúpenie redukčnými procesmi vytvorenej sivej a oxidáčnými procesmi vytvorenej hrdzavej farby je v matrici nad 80%. V jednotlivých pôdnych agregátoch je sivá farba na ich povrchu až hrdzavá (prípadne aj hnedá) vo vnútri. Intenzita znakov pseudoglejovatenia vyznieva cez svetlejší prechodný B/C horizont v C-horizonte (Zaujec, 2009).

Agronomické vlastnosti oglejených pôd sú veľmi nepriaznivé. Vyznačujú sa pre rastliny nevhodným vodnovzdušným režimom, zamokrenosťou, nevhodnou kyslou reakciou a slabou biologickou aktivitou (Sotáková, 1988).

2 CIEĽ

Návrat organickej hmoty, ale najmä uhlíka do pôdy je v posledných desaťročiach nedostatočný a vytvára dlhodobý trend zvyšovania deficitu organickej hmoty a živín v pôde. Aj v podmienkach našej poľnohospodárskej výroby pri nízkej zásobe humusu v pôdach nestačia vstupy organickej hmoty kryť jej potrebu. Z tohto dôvodu sa pozornosť sústreďuje na zadržiavanie, „sekvestráciu“ organického uhlíka v pôdach.

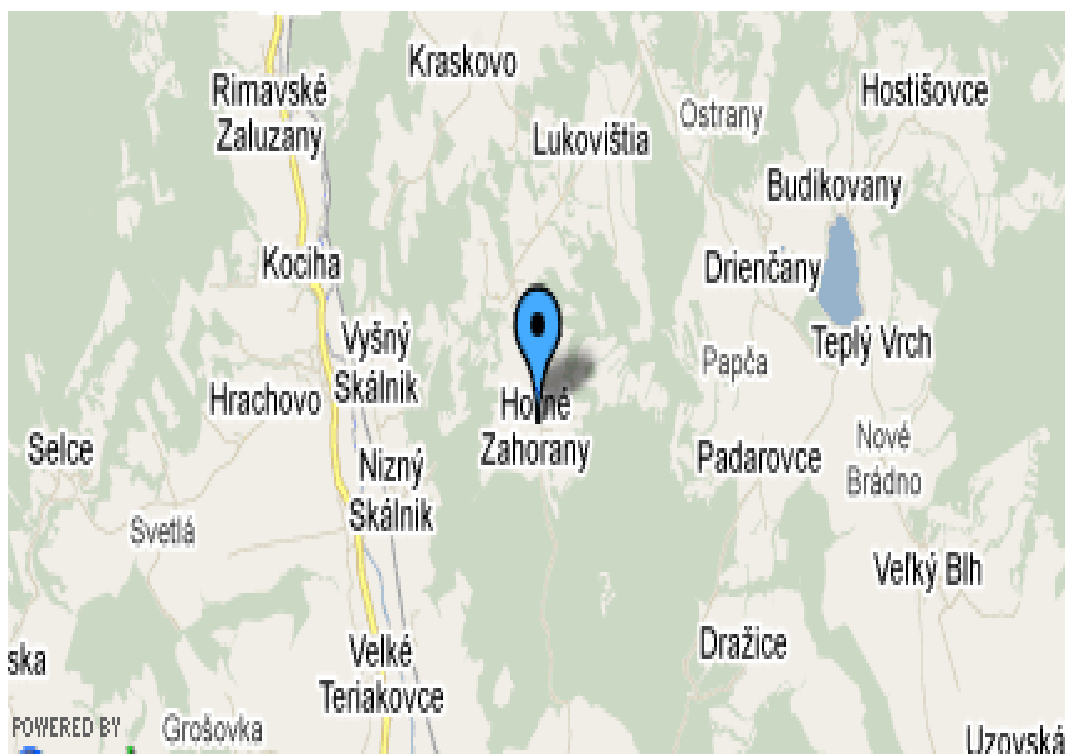
Cieľom bakalárskej práce „Organická hmotá pseudoglejov“ bolo vyhodnotiť obsah a kvalitu organickej hmoty v pôde pri jej rozdielnom využívaní.

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 Lokalizácia územia

Katastrálne územie Horné Zahorany patrí do banskobystrického kraja. Je to okres Rimavská Sobota a región Gemer. Nachádza sa 12 km od Rimavskej Soboty (obr. 1).

Obr. 4. Mapa okolia Horné Zahorany



3.2 Charakteristika prírodných pomerov

3.2.1 Geologicko-pedologické pomery

Pôda tvorí základ poľnohospodárskej a lesohospodárskej produkcie. Pôdu ovplyvňujú činitele, ako sú: materská hornina, biologické faktory, klíma, hydrológia, geomorfologické faktory, biota a vplyv človeka. Pôsobením pôdotvorných činiteľov sa rozvíja pôdotvorný proces, ktorý zahŕňa súhrn rôznych fyzikálnych, chemických a biologických javov prebiehajúcich v pôde. V katastrálnom území Horné Zahorany, sa

nachádza pôdny druh pseudoglej. Reliktný povrch náhornej vrchoviny tvoria andezity. V severnej časti sa nachádzajú dubové lesy. Severne od územia, v ktorom sme odobrali vzorky pôd sa nachádzajú pôdne typy ako pseudogleje typické na sprašových apolygénnych hlinách akambizeme. Od nášho skúmaného územia sú na západ a juhozápad orientované pôdne typy kambizeme a luvi zemné pseudogleje.

3.2.2 Geomorfologické pomery

Obec Horné Zahorany sa nachádza v nadmorskej výške 425-488 m n. m. (stred obce 472 m n. m.) v chotári s rozlohou 524 ha. Horné Zahorany ležia na juhovýchodnej časti Slovenského rudohoria na oboch stranách obcou pretekajúceho Veľkého potoka..

3.2.3 Klimatické pomery

Klimatické pomery každého územia vyplývajú z viacerých faktorov, ktorými najdôležitejšími sú poloha územia (zemepisná šírka a dĺžka), nadmorská výška, situácia svahov a vzdialenosť od oceánov.

Teplotné pomery

Horné Zahorany nemajú svoju vlastnú meteorologickú stanicu. Katastrálne územie Horné Zahorany spadajú pod meteorologickú stanicu v Rimavskej Sobote oficiálnym názvom Slovenský hydrometeorologický ústav – Rimavská Sobota.

Tabuľka 3. Priemerná mesačná a ročná teplota vzduchu v °C za rok 2009.

Priemerné teploty vzduchu v °C za rok 2009													
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok	
-3,4	0,0	4,3	13,6	16,2	18,0	22,1	21,1	16,7	9,8	5,6	0,3	10,4	

Za sledovaný rok 2009 bol v mesiaci január nameraná najmenšia teplota -3,4°C. Najvyššia teplota bola nameraná v mesiaci júl 22,1°C. Za rok 2009 bolo v priemere nameraných 10,4°C.

Zrážkové pomery

Nazáklade sledovanie za rok 2009 dopadlo najviac zrážok v mesiaci november a ž 106,2 mm a najmenej zrážok padlo v mesiaci apríl 4,8 mm. Dostatočné množstvo zrážok napadalo v mesiacoch február, máj, jún, november, december. Menej ako 60 mm zrážok

dopadlo v mesiacoch január, marec, apríl, júl, august, september, október. Počas tohto roka napadol do štátu celkové množstvo zrážok až 700,3 mm.

Tabuľka 4. Mesačné úhrny zrážok v mesiacoch 2009

Priemerné zrážky v mesiacoch 2009													
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok	
48,7	67,4	55,1	4,8	84,2	77,5	28,5	46,8	32,5	57,7	10	6,2	90,9	700,3

3.2.4 Hydrologické pomery

Katastrálnym územím Horné Zahorany, nepreteká žiadny vodný zdroj ako potok, rieka, jazero, jediná voda, ktorá sa tam nachádza je podzemná voda. Najbližší potok je v dedine Hrušovo.

3.2.5 Odber pôdných vzoriek

Pôdne vzorky sme odobrali z pôdneho typu pseudoglej. Odobrali sme ich z troch rozličných spôsobov využívania pôdy av troch fázach:

1. orná pôda – bol intenzívne obrábaná, hnojená, obhospodarovaná
2. pasienok – využívala sa čistolená kopastvá pre hovädzídobytok
3. les – prevládali listnaté stromy ako duby, buky, javory

Hĺbky odobratých vzoriek:

1. 0-0,1 m
2. 0,1-0,2 m
3. 0,2-0,3 m

Pôdne vzorky boli vysušené pri laboratórnej teplote, zhomogenizované a následne sme v nich stanovili obsah organického uhlíka – oxidometricky (Hanes *akol.*, 1995) a skupinové zloženie humusových látok (Hanes *akol.*, 1995).

4 VÝSLEDKY A DISKUSIA

4.1 Vyhodnotenie množstva organickej hmoty v pôde

Obsahy celkového organického uhlíka C_{ox} boli rozdelené v závislosti od spôsobu využívania pôdy, ale aj hĺbky odberu (tab. 6). Najnižší obsah C_{ox} bol stanovený v hĺbke 0–0,10 m (1,69%) na pôde, ktorá bola intenzívne obrábaná (orná pôda). Najvyšší obsah C_{ox} bol stanovený na pôde, ktorá sa využíva ako les v hĺbke 0–0,10 m (3,45%), čo zodpovedá podľa kritérií hodnotenia obsahu humusu (Hanesákol., 1995) veľmi vysokému obsahu humusu. Snarastajúcou hĺbkou pôdneho profilu u všetkých spôsobov využívania pôdy sme pozorovali postupné znižovanie obsahu C_{ox} (tab. 6). V pôde využívanej ako les v hĺbkach 0,2–0,3 m sme zaznamenali najvyšší pokles C_{ox} (o 57%) v porovnaní s vrchnou vrstvou (les 0–0,10 m) a najnižší pokles (o 25%) v pôde využívanej ako orná pôda v hĺbkach 0,2–0,3 m v porovnaní s vrchnou vrstvou (pasienok 0–0,10 m). So stúpajúcou hĺbkou v zórke pôdy využívanej ako les, pasienok a orná pôda sa postupne znižovali aj hodnoty poklesu C_{ox} v %.

Najvyšší priemerný obsah celkového organického uhlíka sme stanovili na pôde, ktorá sa využíva ako les (2,20%) > orná pôda (1,62%) > pasienok (1,35%). V lesných pôdach sa nachádza najvyšší obsah humusu, pretože tu dochádza k najväčšej akumulácii organickej hmoty (Sotáková, 1982). Podľa Šályho (1968) (cit. Zaujec a kol., 2009) v našich podmienkach, pri celkovej zásobe 40–50 t ha⁻¹ opadanky, vyprodukuje lesný porast priemerne 5–20 t ha⁻¹ čerstvého opadu. V intenzívne obrábaných pôdach dochádza k znižovaniu obsahu humusu (Šimanský a kol., 2008; Six a kol., 1999). Šimanský a kol. (2009) stanovili na vybraných pôdach Slovenska a Poľska o 33% vyšší obsah organického uhlíka na pôdach, ktoré boli intenzívne obrábané v porovnaní s pôdami, ktoré boli využívané ako trvalo-trávneporasty.

Tabuľka 5. Percentuálne zastúpenie obsahu humusu v pôde

	% Hm
Les (od 0–30 cm)	3,787
Pasienok (od 0–30 cm)	2,324
Orná pôda (od 0–30 cm)	2,784

Tabuľka 6. Priemerné hodnoty v % Cox vnameraných hĺbkach v (lese, pasienku, ornépôdy).

	%Cox	%Coxpriemere
Les0-0,1m	3,446	2,197
Les0,1-0,2m	1,673	
Les0,2-0,3m	1,472	
Ornápôda0-0,1m	1,69	1,615
Ornápôda0,1-0,2m	1,274	
Ornápôda0,2-0,3m	1,0815	
Pasienok0-0,1m	2,3835	1,3485
Pasienok0,1-0,2m	1,254	
Pasienok0,2-0,3m	1,208	

4.2 Vyhodnotenie kvality humusu v pôde

Najvyššiu extrahovateľnosť humusových látok sme zaznamenali v hĺbke 0-0,1 m na pôde, ktorá bola využívaná ako les, ale aj ako pasienok. Extrahovateľnosť humusových látok sa so narastajúcou hĺbkou pôdy znižovala. Keďže humus pseudoglejov mal vyšší obsah fulvokyselín, aj po ich prepočítaní na celkový organický uhlík sme zaznamenali vyššiu extrahovateľnosť fulvokyselín v porovnaní s humínovými kyselinami. Priemerne najvyššiu extrahovateľnosť humusových látok, ale aj fulvokyselín sme zaznamenali na pôde, ktorá sa využívala ako les > pasienok > orná pôda. Výsledky, ktoré publikovali Zaujec a Šimanský (2006) poukázali na skutočnosť, že so zvyšovaním čerstvých organických zvyškov sa zvyšuje aj extrahovateľnosť humusových látok.

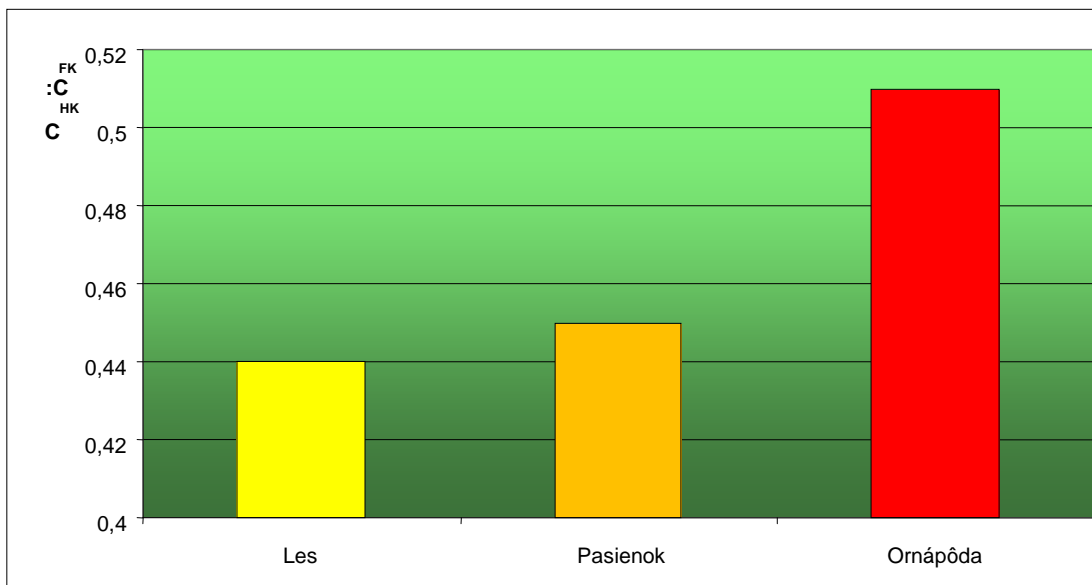
Tabuľka 7. Percentuálne zastúpenie humusových látok

Vzorka	%HL z %Cox	priemer %HL z %Cox	%HK z %Cox	priemer %HK z %Cox	%FK z %Cox	priemer %FK z %Cox
Les0-0,1m	39	28,6	13	8,66	26	19,66
Les0,1-0,2m	24		7		17	
Les0,2-0,3m	23		6		16	
Pasienok0-0,1m	39	28,3	12,5	8,83	27	19,33
Pasienok0,1-0,2m	25		8		17	
Pasienok0,2-0,3m	21		6		14	
Ornápôda0-0,1m	36	28	12	9,33	24	18,66
Ornápôda0,1-0,2m	28		10		18	
Ornápôda0,2-0,3m	20		6		14	

Kvalitu a stabilitu humusu v odobratých vzorkách pôdy v troch hĺbkach (0-0,3 m) sme vyhodnotili na základe pomeru uhlíka humínových kyselín k fulvokyselinám ($C_{HK}:C_{FK}$) a pomeru nameraných hodnôt farebných kvocientov humusových látok ($Q_{HL}^{4/6}$) a humínových kyselín ($Q_{HK}^{4/6}$). Rovnakým spôsobom kvalitu, ale aj stabilitu humusu posudzovali Hraško a Bedrna (1988). Všeobecne sa konštatuje, že agronomické vlastnosti pôdy sú priaznivejšie tam kde prevládajú humínové kyseliny nad fulvokyselinami t.j. pomer $C_{HK}:C_{FK}$ je nad 1 (Hanes *akol.*, 1995). V skúmaných vzorkách prevládali fulvokyseliny nad humínovými kyselinami (tab. 7). Najvyššia hodnota $C_{HK}:C_{FK}$ bola vo vzorke odobratej zornej pôdy z hĺbky 0,1–0,2 m (0,55) a najnižšia hodnota bola zaznamenaná v hĺbke 0,2–0,3 m na pôde, ktorá sa využíva ako les (0,40). Fulvokyseliny ako uvádza Šotáková (1982) sa vyznačujú vysokou migračnou schopnosťou v pôdnom profile, čo sa odzrkadľuje na ich vyššom zastúpení v spodnejších vrstvách pôdy a zhoršovaní kvality humusu, čo potvrdili aj naše zistenia (tab. 8).

Tabuľka 8. Kvalita a stabilita humusu v jednotlivých hĺbkach pri rozdielnom využívaní pseudoglejov

Vzorka	$C_{HK}:C_{FK}$	$Q_{HL}^{4/6}$	$Q_{HK}^{4/6}$
Les 0–0,1m	0,50	5,433	4,385
Les 0,1–0,2m	0,43	4,779	3,947
Les 0,2–0,3m	0,40	4,362	3,843
Pasienok 0–0,1m	0,46	5,803	4,815
Pasienok 0,1–0,2m	0,46	4,584	4,175
Pasienok 0,2–0,3m	0,44	4,514	4,421
Orná pôda 0–0,1m	0,51	6,155	5,836
Orná pôda 0,1–0,2m	0,55	5,673	5,786
Orná pôda 0,2–0,3m	0,46	4,911	4,571

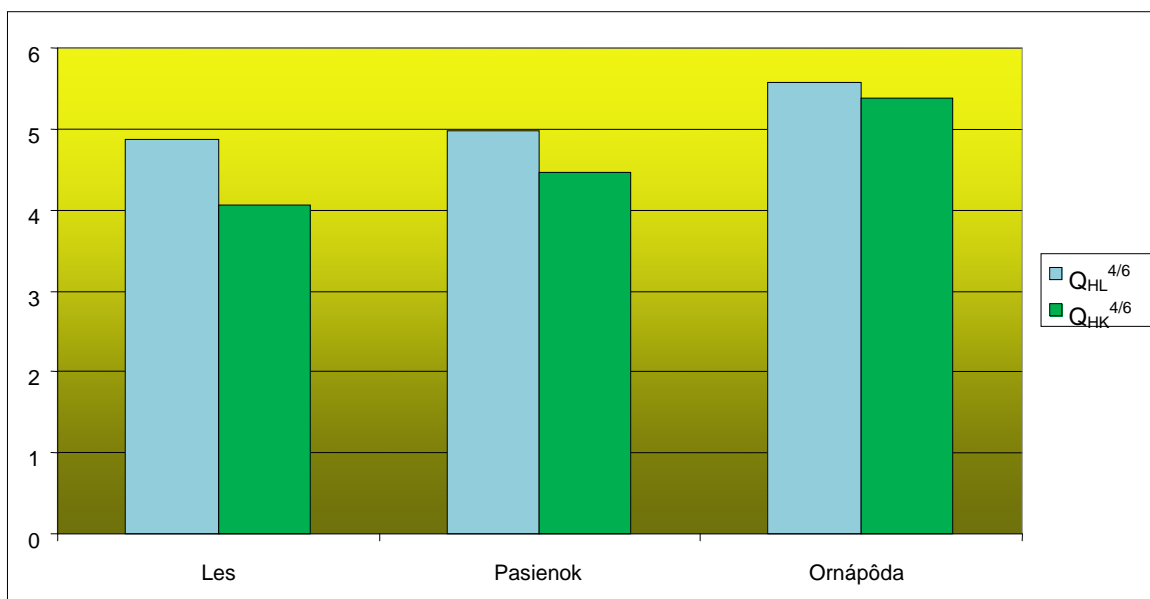


Obr.5. Priemerná kvalita humusu v závislosti od spôsobu využívania pôdy

Najpriaznivejšia priemerná kvalita humusu bola stanovená na pôde, ktorá bola intenzívne obrábaná (0,51), kým na druhej strane na nižšiu priemernú kvalitu humusu hodnotenú na základe $C_{HK}:C_{FK}$ sme stanovili na pôde, ktorá sa využíva ako les (0,44). Dou a Hons (2006), ale aj Šimanský a kol. (2008) poukázali na to, že intenzívne obrábané pôdy majú vyššiu kvalitu humusu.

Na základe nameraných hodnôt farebných kvocientov humusových látok a humínových kyselín sme posúdili stabilitu humusu (tab. 8). Hodnoty farebných kvocientov humusových látok a humínových kyselín s narastajúcou hĺbkou klesali, čo poukazuje na postupnú stabilizáciu humusu v pôde. Šotáková (1982) uviedla, že humus sa s narastajúcou hĺbkou pôdneho profilu stabilizuje. Najstabilnejšie a teda najlepšie hodnoty sa ukázali v hĺbkach 0,20–0,30 m v pôdach využívaných ako orná časť, les a pasienok.

Hodnoty poklesu farebných kvocientov humusových látok v pôde využívanéj ako les, pasienok a orná pôda sa od seba veľmi nelíšili. Najvyšší pokles Q_{HL} (o 22%) v porovnaní s vrchnou vrstvou (pasienok 0–0,1 m) sme zaznamenali v pôde využívanéj ako pasienok v hĺbke 0,2–0,3 m. V pôde využívanéj ako les a orná pôda a v rovnakých hĺbkach sme zaznamenali rovnaký pokles Q_{HL} (o 20%). Najvyššiu hodnotu v poklese farebných kvocientov humínových kyselín (o 22%) sme zistili v intenzívne obrábanej pôde (orná pôda) v hĺbke 0,2–0,3 m, kým najnižšia hodnota Q_{HK} bola v pôde využívanéj ako pasienok v hĺbke 0,2–0,3 m (o 8%) v porovnaní s vrchnou vrstvou.



Obr. 6. Priemerné hodnoty farebných kvocientov humusových látok ahumínových kyselín závislostí od spôsobu využívania pôdy

Najpriaznivejšia priemerná stabilita humusu na základe nameraných hodnôt farebných kvocientov humusových látok ahumínových kyselín bola stanovená na pôde využívanej ako les ($Q_{HL} = 4,86$ a $Q_{HK} = 4,05$), kým najnižšiu stabilitu humusu sme zaznamenali na pôde, ktorú sa využíva ako orná ($Q_{HL}^{4/6} = 5,58$ a $Q_{HK}^{4/6} = 5,39$).

5 ZÁVER

Zdosiahnutých výsledkov analyzovaných pôdných vzoriek z pôdneho typu pseudoglej, ktoré boli odobraté v troch vrstvách využívaných ako orná pôda, les a pasienok v katastrálnom území Horné Zahorany okres Rimavská Sobota môžeme urobiť nasledovné závery:

1. Snarastajúcou hĺbkou pôdneho profilu u všetkých spôsobov využívania pôdy sme spozorovali postupné znižovanie obsahu celkového organického uhlíka.
2. Najvyššie percentuálne zastúpenie obsahu humusu bolo v pôde využíwanej ako les, lebo tu dochádzalo k najväčšej akumulácii humusu. Na druhej strane najnižší obsah humusu sme zaznamenali v časti pôdy využíwanej ako pasienok.
3. Najvyhovujúcejšiu priemernú kvalitu humusu z daných vzoriek sme zaznamenali na intenzívne obrábanej pôde (orná pôda) a najmenej vyhovujúcu priemernú kvalitu humusu v pôde využíwanej ako les.
4. Najpriaznivejšou stabilitou humusu sa vyznačovala pôda, ktorá sa využíva ako les, kým najnižšiu stabilitu humusu sme zaznamenali na pôde, ktorá sa využíva ako orná.

6 NÁVRHNA VYUŽITIE VÝSLEDKOV

Poznatky získané z dosiahnutých výsledkov odobratých vzoriek poukazujú na obsah organickej hmoty a humusu predmetnej pôdy. Keďže sa jedná o pôdu využívanú súkromným poľnohospodárskym sektorom, jednoznačne neprispievajú k potrebám súkromného poľnohospodára o rozhodovaní sa pri jej využití. Výsledky bakalárskej práce môžu slúžiť ako smerodajný podklad pre vypracovanie postupov na zvýšenie úrodnosti danej pôdy a jej maximálnej vyťažnosti pri dopestovaní poľnohospodárskych produktov.

Oblasť Rimavskej Soboty ako juh územia Slovenskej republiky bol odjakživa považovaný za poľnohospodársku oblasť. Naše výsledky práce sú nápomocné pri jej zveľadovaní a dosiahnutí vyššej produktivity poľnohospodárskych výnosov.

7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. ALLISON, F. E. 1973, Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier scientific publishing company. London, New York, 1973, 277s.
2. BAIER, J., BAIEROVÁ, V. 1985. Abeceda výživy rostlin a hnojení. SZN, Praha 1985, 364s.
3. BANYÁSZ, M. 2005: Modely bilancie organického uhlíka a v pôde. Nitra: SPU Katedra pedologie a geológie, 71 S.
4. BEDRNA, Z. 1984. Pôda. Bratislava: Príroda, 1984. S. 131., ISBN 64-019-84. SOTÁKOVÁ, S. 1982. Organická hmota a úrodnosť pôdy. Bratislava: Príroda, 1982. 234s. 64-115-82.
5. BEDRNA, Z. – HRAŠKO, J. – SOTÁKOVÁ, S. 1968. Pôdnohospodárske pôdoznanectvo. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo poľnohospodárskej literatúry 1968. S. 73–74., ISBN 64-038-68.
6. BIELEK, P. 1998. Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Bratislava: VÚPÚ, 1998. 250s., ISBN 80-85361-44-2.
7. BRADY, N. G – WEIL, R. R. 1999. The Nature and Properties of Soils. 12. ed. New Jersey: Prentice Hall Inc., 1999. 881p. ISBN 0-13-852444-0
8. DOU, F., HONS, F. M., 2006. Tillage and nitrogen effects on soil organic matter fraction in wheat-based systems. Soil Sci. Soc. Amer. J. 6, 1896–1905.
9. DVOŘÁK, P. – TLUSTOŠ, P. – SZÁKOVÁ, J. – PAVLÍKOVÁ, D. 2001. Příjem Zrrostlinami popříjímku čistírenského kalu v závislosti na půdních podmínkách. In Racionální použití hnojiv. Praha: ČZU, 2001, 106s.
10. FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. Výživa a hnojení poľných plodín. Nitra: SPU, 2000, 452s., ISBN 80-7137-777-5.
11. HRAŠKO, J. – BEDRNA, Z. 1988. Aplikované pôdovedectvo. Bratislava: Príroda, 1988. 474s.
12. JANZEN, H. H. – CAMPBELL, C. A. – GREGORICH, E. G. – ELLERT, B. H. 1998. Soil carbon dynamics in Canadian agroecosystems. In: Carbon Sequestration management, 1998, s. 57, 58.
13. JURČOVÁ, O. 1998, Význam rastlinných zvyškov ako zdroja organických látok. In: Našepole, č. 3, s. 18-19.

-
14. KUDERNA, M., BLUM, W. H. AGRI 2000. Environmental indicators (for sustainable agriculture in Europe 2000). University of agriculture (BOKU), 2000. Vienna, 47–48.
 15. MARENDIAK, D. KOP ČANOVÁ, E. – LEITGEB, S. 1987. Poľnohospodárska mikrobiológia. Bratislava: Príroda, 1987, 444s.
 16. ORLOV, D. S. 1974. Gumusovyje kysloty počv. Izd. Moskov. Universiteta. Moskva 1974, 332s.
 17. POSPÍŠIL, F. 1980. Obsah azložení humusu v pôdach v českých zemích. Praha: Nakladatelství ČSAV, 1980, 78s.
 18. POSPÍŠIL, R. 1999. Dôležitosť správneho hospodárenia spozberovými zvyškami príbezorbových technológiách. In: Našepole, ročník 3, 1997, číslo 7, s. 30.
 19. ŘIMOVSÝ, K. 1977. Organické hnojení úrodnosť pôdy. In: Úroda, 1994, číslo 8, s. 8-9.
 20. SIXJ., ELLIOTTE, T., PAUSTIAN, K., 1999. Aggregate and soil organic matter dynamic under conventional and no-tillage systems. Soil Sci. Soc. Amer. J. 5, 1350-1358.
 21. SOTÁKOVÁ, S. 1988. Pôdoznanectvo, 3 vyd. Bratislava: Príroda, 1988, 404s.
 22. ŠIMANSKÝ, V. - TOBIAŠOVÁ, E. – CHLPIK, J. 2008. Soil tillage and fertilization of Orthic Luvisol and their influence on chemical properties, soil structure stability and carbon distribution in water-stable macro-aggregates, In *Soil & Tillage Research*, Vol. 100, 2008, N. 1-2, p. 125-132.
 23. ŠIMANSKÝ, V. – TOBIAŠOVÁ, E. – JANKOWSKI, M. – MARKIEWICZ, M. 2009. Particle-size distribution and land-use effect on quantity and quality of soil organic matter in different soils of Slovakia and Poland, In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, Vol. 55, 2009, N. 3, p. 125-132.
 24. TOBIAŠOVÁ, E. akol. 2007. Biológia pôdy. Nitra: SPÚ 2007. S. 123., ISBN 978-80-8069-889-8.
 25. WAKSMAN, S. A. 1938. Humus. Williams and Wilkins. Baltimore Md. 2nd, Ed. 894p, 1938.
 26. ZAUJEC, A. akol. 2002. Pedológia (skriptum). Nitra: SPU 2002. 98s. ISBN 80-8069-090-1.
 27. ZAUJEC, A. Pôdna organická hmota – základný princíp úrodnosti pôdy. In trvalo udržateľná úrodnosť pôdy a protierózna ochrana. Sielnica, Nitra, 1998, 125s.
-

-
28. ZAUJEC, A. kol., 2009. Pedológia azáklady geológie. Nitra: SPU 2009. s.399. ISBN978-80-552-0207-5
29. ZAUJEC, A. – ŠIMANSKÝ, V. 2006. *Vplyv biostimulátorov rozkladu rastlinných zvyškov na pôdnu štruktúru a organickú hmotu pôdy*. Vedecká monografia. Nitra: SPU, 2006. 112 s. ISBN 80-8069-779-5.
30. Osevný postup a regulácia zaburinenosti. 2002 [online], aktualizované 2002. [cit. 19.4.2010]. Dostupné na: <http://www.agroweb.cz/Osevny-postup-a-regulacia-zaburinenosti__s44x8385.html> Eliška Kulo vaná (19.2.2002)
31. Štruktúra plodín a osevný postup. aktualizované 2000. [20.4.2010]. Dostupné na: <<http://kekule.science.upjs.sk/ekologia/trendy/ekopri.htm>>