

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE  
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

1131441

VPLYV AGROTECHNICKÝCH OPATRENÍ NA VYBRANÉ  
PARAMETRE PÔDY

2011

Dušan Majerčiak

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

**VPLYV AGROTECHNICKÝCH OPATRENÍ NA VYBRANÉ**  
**PARAMETRE PÔDY**  
(Bakalárska práca)

Študijný program: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka

Študijný odbor: 4140700 Všeobecné poľnohospodárstvo

Školiace pracovisko: Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie

Školiteľ: doc.Dr. Ing. Milan Macák

**Nitra 2011**

Dušan Majerčiak

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaný Dušan Majerčiak vyhlasujem že som záverečnú prácu na tému „Vplyv agrotechnických operácií na vybrané parametre pôdy“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre 5. 5. 2011

Podpis

## **Pod'akovanie**

Touto cestou si dovoľujem poďakovať vedúcemu bakalárskej práce **doc. Dr. Ing. Milanovi Macákovi** za jeho pomoc, cenné rady a pripomienky pri spracovaní bakalárskej práce.

## **ABSTRAKT**

Pôda je jedným z najvzácnejších bohatstiev ľudstva a rozhodujúci komponent prírodného prostredia, ktorý umožňuje rastlinám, zvieratám a človeku žiť na Zemi. Starostlivosť o pôdu je jedným zo základných predpokladov produkčného potenciálu poľnohospodársky využívaných pôd. Neoddeliteľnou súčasťou pôdy je organická hmota (humus), ktorá významne vplýva na chemické a fyzikálne procesy v pôde a značnou mierou sa podieľa na úrodnosti pôdy. Hlavným zdrojom organickej hmoty v pôde na tvorbu humusu sú organické hnojivá, pozberové zvyšky a pestované plodiny na zelené hnojenie. Pôda si zachová optimálne fyzikálne a chemické vlastnosti a obsah organickej hmoty správnym základným obrábaním (orba, podmietka), predsejbovou prípravou pôdy, založením osevného postupu. Osevný postup je základným prvkom trvalo udržateľného hospodárenia na pôde. Veľký význam má striedanie plodín, a pestovanie medziplodín na zvyšovanie produkčného potenciálu pôdy a organickej hmoty. Hlavným cieľom tejto práce bolo poukázať na dôležitosť zostavovania osevného postupu a obrábania pôdy na podstatné vlastnosti a parametre pôdy ktoré ovplyvňujú celkovú stabilitu a úrodnosť pôdy.

Kľúčové slová: pôda, organická hmota, osevný postup, medziplodiny, obrábanie pôdy

## **ABSTRACT**

Soil is one of the most precious treasures of mankind and critical component of the natural environment that allows plants, animals and humans live on Earth. Taking care for the land is one of the basic assumptions used by the productive potential of agricultural soils. An inseparable part of the soil is organic matter (humus), which significantly affects the chemical and physical processes in soil and is widely involved in soil fertility. The main source of soil organic matter to create humus are organic fertilizers, crop residues and crops grown for green manure. Soil retain optimum physical and chemical characteristics and organic matter content is a fundamental right cultivation (plowing, stubble ploughed under) Seedbed preparation, establishment of crop rotation. Crop rotation is an essential element of sustainable land management. It is essential to crop rotation, intercropping and planting to increase the production potential of soil and organic matter. The main objective of this study was to highlight the importance of the compilation of crop rotation and soil cultivation on the essential characteristics and soil parameters that affect the overall stability and soil fertility.

Key words: soil, organic matter, crop rotation, intercrops, soil tillage

## Obsah:

ÚVOD.....	8
1. Cieľ práce.....	9
2. Metodika práce.....	10
3. Význam ochrany pôdy v koncepcii multifunkčného poľnohospodárstva.....	11
3. 1 Súčasný stav pôdnej organickej hmoty na Slovensku.....	12
3. 1. 1 Význam organickej hmoty.....	12
3. 1. 2 Zdroje organickej hmoty v pôdach prirodzených ekosystémov.....	13
3. 1. 3 Zdroje organickej hmoty v pôdnom agroekosystéme.....	14
3. 1. 4 Fyzikálne a chemické vlastnosti rozkladajúcich sa zvyškov .....	17
4. Osevný postup v udržateľnej rastlinnej produkcii .....	18
4. 1 Význam osevného postupu v trvaloudržateľných systémoch.....	20
4. 1. 1 Osevné postupy a štruktúra plodín .....	21
4. 2 Obrábanie pôdy.....	23
4. 2. 1 Systém obrábania a znižovania strát organickej hmoty z pôdy .....	24
4. 2. 2 Energetická náročnosť a dopad potreby energie pestovania plodín .....	25
4. 2. 3 Termodynamické podmienky akumulácie organickej hmoty.....	28
4. 3 Medziplodiny v udržateľných poľnohospodárskych systémoch.....	30
4. 3. 1 Pestovanie medziplodín.....	30
4. 3. 2 Možnosti využívania medziplodín .....	31
ZÁVER .....	35
Použitá literatúra .....	36

## ÚVOD

Pôda je tenká vrstva na povrchu Zeme, od ktorej v podstatnej miere závisí život rastlín a sprostredkovanie ostatných živých organizmov. Vzniká na povrchu horninového podkladu pôsobením klímy, vody a organizmov. Skladá sa z neživej a živej hmoty. Pôdu tvoria vrstvy, ktoré sa označujú ako pôdne horizonty.

Ochrana pôdy je najstarším záujmom človeka o ochranu prírodného prostredia. Základným predpokladom ochrany produkčného potenciálu pôd je starostlivosť o pôdnu organickú hmotu, ktorá patrí medzi rozhodujúce úrodotvorné faktory so širokým spektrom vplyvov na fyzikálny, chemický, biologický a hygienický stav pôd.

Organická hmotu v pôde je základnou súčasťou pôdy. Rozumieme ňou súbor všetkých odumretých zvyškov rastlín a živočíchov. Medzi hlavné zdroje organickej hmoty patria maštalný hnoj, pozberové zvyšky a plodiny pestované na zelené hnojenie. Pri súčasnom hospodárení na pôde vplyvom poklesu úrod pestovaných plodín za súčasného poklesu produkcie maštalného hnoja, dochádza k postupnému narastaniu deficitu pôdnej organickej hmoty.

Osevné postupy je striedanie rôznych skupín plodín s cieľom zabezpečiť dobrú úrodnosť pôdy. Medziplodiny plnia významnú úlohu v udržateľnom poľnohospodárstve a rastlinnej výrobe tým, že zvyšujú obsah organickej hmoty v pôde, chránia pôdu pred eróziou, obohacujú pôdu o dusík, zlepšujú štruktúru pôdy a potláčajú buriny.

Obrábanie pôdy, ako súbor operácií, ktorými sa mechanickým spôsobom menia vlastnosti pôdy, sa podieľa na technike a kvalite príprave pôdy, na regulácii termodynamických podmienok v ornici, na vytváraní vhodných podmienok pre založenie porastu, reguláciu zaburinenosti a v nemalej miere aj na sprístupňovaní živín a ich využití na tvorbe úrody. Vlastnosti pôdy ovplyvňujú príjem živín rastlinami rovnako veľkou mierou, ako chemické vlastnosti pôdy. Rastliny reagujú na hĺbku pôdy, jej štruktúru, zrnitosť a iné fyzikálne vlastnosti pôdy.

## **1. Cieľ práce**

Hlavným cieľom bakalárskej práce je štúdium a sumarizácia poznatkov z literatúry domácich a zahraničných autorov a ich použitie pri vypracovávaní bakalárskej práce ktoré vyžaduje:

1. Poznávanie vzťahov na úrovni pôda – organická hmota – oševný postup
2. Vplyv obrábania pôdy na vybrané fyzikálne vlastnosti

## **2. Metodika práce**

Metodický postup rešpektuje splnenie stanovených cieľov.

Skúmaným objektom v tejto bakalárskej práci bola pôda, jej význam, obsah a význam organickej hmoty v pôde, zdroje organickej hmoty a jej vplyv na vlastnosti pôdy. Práca má za cieľ spracovať poznatkovú informácie ktoré budú využité pri experimentálnej časti v rámci diplomovej práce. V tejto práci som zanalyzoval význam osevných postupov a ich vplyv na obsah organické hmoty v pôde, úrodnosť pôdy a ekologickú stabilitu agroekosystému. Porovnal som konvenčné spôsoby obrábania pôdy s minimalizačnými spôsobmi obrábania a ich vplyv na pestované plodiny.

Postup vypracovania práce bol realizovaný na základe postupnosti krokov: zhromažďovanie a štúdium literatúry, analýza získaných informácií, spracovanie jednotlivých kapitol a formulácia záverov.

Všetky tieto poznatky som aplikoval pri vypracovaní danej bakalárskej práce.

### **3. Význam ochrany pôdy v koncepcii multifunkčného poľnohospodárstva**

Multifunkčnosť zodpovedá ekonomickej aktivite, ktorá môže mať mnohonásobné výstupy a môže prispievať k viacerým spoločenským cieľom naraz.

Existujú dva prístupy k analýze multifunkčnosti. Prvým je jej chápanie ako istej formy ekonomickej aktivity. Multifunkčnosť interpretovaná týmto spôsobom, nie je špecifická len pre poľnohospodárstvo, je výsledkom mnohých ekonomických aktivít. Určitá aktivita môže, ale nemusí byť multifunkčná. Tento pohľad na problematiku môžeme označiť ako „pozitívny“ koncept multifunkčnosti.

Druhým prístupom je interpretácia multifunkčnosti v podmienkach plnenia mnohonásobných úloh poľnohospodárstvom. Z tohto pohľadu poľnohospodárske aktivity sú predurčené na plnenie určitých významných funkcií v spoločnosti. Udržania respektíve skvalitnenie multifunkčných aktivít sa môže stať cieľom poľnohospodárskej politiky. Tento prístup je označovaný ako „normatívny“ koncept multifunkčnosti.

Vplyv poľnohospodárstva na životné prostredie má pozitívny aj negatívny charakter v závislosti od rozsahu, intenzity a typu poľnohospodárskej činnosti a agro-ekologických, fyzikálnych a klimatických podmienok. Na jednej strane intenzívnou formou hospodárenia zvyšuje úroveň produkcie a ponuku potravín, a však rastie aj produkcia negatívnych externalít (degradácia pôdy, znečisťovanie vodných zdrojov a ovzdušia, strata biodiverzity a prirodzených biotopov), na druhej strane dodržaním environmentálnych pravidiel hospodárenia pozitívne ovplyvňuje (pohlčuje skleníkové plyny, uchováva biodiverzitu a vzhľad krajiny a obmedzuje riziká vzniku povodní a zosunov pôdy) proces trvalej udržateľnosti agro-ekosystémov. (KOVÁČ et al., 2008)

### **3. 1 Súčasný stav pôdnej organickej hmoty na Slovensku**

Jedným z najdôležitejších pôdnych parametrov, ktorý sa dlhodobo monitoruje v rámci základnej siete monitoringu pôd, je obsah pôdneho organického uhlíka (C<sub>org</sub>), ktorý v podstatnej miere ovplyvňuje chemické, biologické a fyzikálne vlastnosti pôd a je jedným z najdôležitejších faktorov pôdnej úrodnosti. Množstvo organického uhlíka v pôdach je do značnej miery podmienené ich genézou, na kultivovaných, najmä orných pôdach, je jeho obsah limitovaný intenzitou a hĺbkou kultivácie, čo vyplýva zo zvýšenej mineralizácie pôdnej organickej hmoty. Z uvedeného dôvodu sa priemerné hodnoty pôdneho organického uhlíka v orných pôdach Slovenska pohybujú v intervale 1 – 2 %, čo v prepočte na humus (prepočítavací koeficient 1,724) predstavuje mierne až stredne humózne pôdy. Najnižšie hodnoty pôdneho organického uhlíka sú charakteristické pre regozeme, najvyššie pre čiernice (ENVIROMAGAZÍN, 2009).

#### **3. 1. 1 Význam organickej hmoty**

Zdravá pôda je základom potravinového systému. To produkuje zdravé plodiny, ktoré potom vyživujú ľudí. Udržiavanie zdravej pôdy vyžaduje starostlivosť a úsilie zo strany poľnohospodárov, pretože poľnohospodárstvo nie je neškodný. Pôdnej organickej hmoty - produkt on-site biologickému rozkladu - ovplyvňuje chemické a fyzikálne vlastnosti pôdy a jeho celkový zdravotný stav. Jej zloženie a členenie kurzu ovplyvňujú: pôdnu štruktúru a pórovitosť, infiltrácia vody sadzby a vlhkosti držanie schopnosti pôdy, rôznorodosti a biologickej aktivity pôdnych organizmov a rastlín dostupnosti živín. Mnoho Spoločnej poľnohospodárskej praxe, najmä orbu, diskové obrábanie pôdy a vegetácie spaľovanie, urýchlenie rozkladu organickej hmoty v pôde a opustiť pôdu náchylná k veternej a vodnej erózii. Avšak, tam sú alternatívne postupy hospodárenia, ktoré zvyšujú zdravie pôdy a umožnili udržať poľnohospodársku produktivitu (FAO, 2005).

### 3. 1. 2 Zdroje organickej hmoty v pôdach prirodzených ekosystémov

Hlavným zdrojom POH sú rastliny. Množstvá rastlinných zvyškov, ktoré sa počas roka dostávajú na pôdu alebo do pôdy sú veľmi rozmanité, závisia od produkčnej schopnosti vegetácie a pôdno -klimatických podmienok ekosystémov. Podľa účasti rastlín môžeme rozlíšiť pôsobenie lesných a trávnych spoločenstiev. Lesné spoločenstvá sa vyznačujú pestrosťou a bohatosťou zloženia rastlinných formácií rozmiestnených v etážach (stromy, kry, vysoké a nízke trávy, machy, lišajníky, korene a i.). Rozhodujúcim zdrojom je lesný opad (opadané listy, ihličie, časti kvetov púčikov a plodov zvyšky vetvičiek stromov a krov), ktorého množstvo závisí od klimatickej zóny, uloženia, veku a hustoty drevín od zastúpenia tráv a machov. V porovnaní s opadom, korene sú 3 – 4 krát menej výdatným zdrojom organickej hmoty (KOVDA, , 1971).

V lesných porastoch množstvo opadu závisí od zloženia, veku, zapoja, bonity, keď v tom istom poraste sa môže hodnota opadu z roka na rok meniť (medzi ročné rozdiely môžu byť aj dvojnásobné). Súčasnú informáciu o kvalite organickej hmoty (OH) a uhlíka v lesných pôdach vychádzajú z viacerých typov prieskumov a zisťovaní. Trávne spoločenstvá poskytujú hlavne koreňovú hmotu pre tvorbu humusu, ktorý sa akumuluje priamo v pôde. Zásoba organickej hmoty vyprodukovanej trávny porastom, ako i každoročný prírastok a chemické zloženie úzko súvisia s typom spoločenstva, jeho hustotou a geografickým rozšírením. V porovnaní s lesným opadom sú odumreté zvyšky bylín bohatšie na ľahko rozložiteľné organické zlúčeniny, na bielkoviny a popoloviny, majú nižší pomer C:N Dôležitým zdrojom organickej hmoty je rizodepozícia vznikajúca v dôsledku fotosyntetického porastu rastlín, a je definovaná ako celkové množstvo C prichádzajúceho do pôdy z koreňov. Väčšina z toho materiálu pochádza z mikrobiálneho metabolizmu rozpustných a nerozpustných zložiek rizodepozície (SMITH, 1993).

TOBIAŠOVÁ et al. (2005). zistila že pozberové zvyšky sóje majú pomer C:N 13:1, zemiakov 18:1, Ďateliny lúčnej 20:1, repy obyčajnej 21:1, slnečnica 30:1, trávny porast 31:1.

### 3. 1. 3 Zdroje organickej hmoty v pôdnom agroekosystéme

Rovnako ako v prirodzených ekosystémoch, aj v agroekosystémoch sú primárnymi zdrojmi organickej hmoty rastlinné, živočíšne a mikrobiálne zvyšky spolu s produktmi ich metabolizmu. Z hľadiska množstva, najväčších zdrojov predstavujú pozberové a koreňové zvyšky pestovaných plodín. Stupeň vplyvu rastlinných zvyškov na formovanie pôdnej úrodnosti závisí nielen od ich množstva, ale aj od ich chemického zloženia (TOBIÁŠOVÁ, 2001; JURČOVÁ a TOBIÁŠOVÁ, 2002; TOBIÁŠOVÁ et, al., 2005).

Jednotlivé poľné plodiny ako primárne zdroje humusotvorných organických látok možno podľa priemerného množstva uhlíka zapraveného do pôdy v pozberových a koreňových zvyškov rozčleniť do štyroch kategórií (JURČOVÁ a BIELEK, 1997):

- Bohatý zdroj organického uhlíka – pozberové a koreňové zvyšky kapusty repkovej pravej, bôbu obyčajného, horčice bielej, slnečnice ročnej, kukurice na zrno so zaorávkou kôrovia, jačmeňa všetky obilniny so zaorávkou slamy. So zvyškami týchto plodín sa dodáva do pôdy viac ako 3 tony uhlíka na 1ha.
- Významný zdroj organického uhlíka – pozberové a koreňové zvyšky lucerny siatej 2. Rok, maku siateho + pozberové a koreňové zvyšky, hrach siaty + slama, ďatelina lúčna 2 a 3 rok, pšenica ozimná bez zaorávky slamy, kukurica na siláž, cícer. Vo zvyškoch týchto plodín sa dostáva priemerne od 2 do 3 t.ha<sup>-1</sup> C.
- Stredne výdatný zdroj organického uhlíka – zvyšky raže ozimnej, jačmeňa ozimného, triticales, jačmeňa jarného, pšenice jarnej, ovsu siateho, hrachu siateho (všetky bez zaorávky slamy), sóje, kukurice na zrno a tabaku, s ktorými sa vracia do pôdy priemerne 1,3 až 1,9 t.ha<sup>-1</sup> C.
- Slabý zdroj organického uhlíka – koreňové a pozberové zvyšky zemiakov, cukrovej (jarnej krmnej repy, hrachu siateho, lucerny siatej v plnom roku, ďatelina siata v plnom roku, t.j bez zaorania. Vo zvyškoch týchto plodín zostáva v pôde menej ako 1 tona C na 1 ha.

JURČOVÁ (1990) konštatovala, že ani optimálny oševný postup nie je schopný plne zabezpečiť náhradu strát organických látok. Každý rok na ornej pôde stráca (mineralizáciou organických látok a eróziou) 2,5-4 t (niekedy 6-10 t) humusu na 1 ha pôdy. Koreňové a pozberové zvyšky kompenzujú tieto straty v priemere na úrovni 2 – 3 t (50-60%). Zostávajúcich 40-50% je nevyhnutné dodať do pôdy vo forme sekundárnych orgán. hnojív.

Na výpočet potreby organického hnojenia a bilanciu organickej hmoty BIELEK a JURČOVÁ (2010) vypracovali pre naše pôdy ( $B_c$ ) – teda spôsob porovnávania vstupov a výstupov organických látok do pôdy a z pôdy pomocou jednoduchého modelu, v ktorom je možné organickej hmoty vyjadrované v tonách uhlíka na jeden hektár pôdy za obdobie jedného roka [ $t.C.ha^{-1}.rok^{-1}$ ].

$$B_c = Q_z - Q_s$$

Pod vstupmi (zdrojmi) organických látok ( $Q_z$ ) rozumieme množstvo uhlíka z pozberových a koreňových zvyškov pestovaných plodín a z aplikovaných organických hnojív v [ $t.C.ha^{-1}.rok^{-1}$ ]. Vstupy (straty) organických látok ( $Q_s$ ) sú reprezentované množstvom C, ktorý uniká z pôdy do atmosféry v dôsledku mineralizácie (tzv. biologické straty), a aj množstvom C, vyplaveného z pôdy eróziou (tzv. mechanické straty) v [ $t.C.ha^{-1}.rok^{-1}$ ].

$$\text{Produkčný model bilancie: } B_c = [(u.K_c) + (D_H.C_H)] - (C_m.K_m)$$

$B_c$  – Bilancia uhlíka [ $t.C.ha^{-1}.rok^{-1}$ ],

$u$  - úroda hlavného produktu plodiny pestovanej na pozemku v bilančnom roku v [ $t . ha^{-1}$ ],

$K_c$  – koeficient prepočtu rastlinných zvyškov plodiny na uhlík pre príslušné rozpätie urody,

$D_H$  – dávka organického hnojiva aplikovaného do pôdy v bilančnom roku v [ $t . ha^{-1}$ ],

$C_H$  – koeficient prepočtu dávky organického hnojiva na uhlík v t C na 1 t hnojiva,

$C_m$  – straty uhlíka mineralizáciou príslušnej kategórií pôd [ $t.C.ha^{-1}.rok^{-1}$ ],

$K_m$  – koeficient vplyvu plodiny na výšku strát uhlíka z pôdy v príslušnej skupine plodín,

V záujme trvalého udržania produkčného potenciálu pôd je žiaduce, aby pokles obsahu organickej hmoty nebol vysoký alebo dlhodobý, t.j aby deficit organického uhlíka nepresahoval limitných  $6 \text{ t C}\cdot\text{ha}^{-1}$  viac ako dva roky nepretržite (JURČOVÁ a BIELEK, 1997)

Pôdy s minimálnou zásobou organickej hmoty a humusu sú odkázané na regulovanie všetkých režimov často nákladným zúrodňovacími prostriedkami. Preto najúčinnnejším a zároveň najefektívnejším opatrením zvyšovania produkčnej schopnosti pôd je regulovanie humusotvorného procesu sekundárnymi zdrojmi organických látok (HANES, 1995).

Najčastejšie používanými sekundárnymi zdrojmi organickej hmoty zapravenej do pôdy sú: maštalný hnoj, hnojovica, močovka, pevné exkrementy, medzi plodiny, zelené hnojenie. Ďalej sa v praxi využívajú aj priemyselné komposty: drewný domový odpad, čistiarenské kaly, odpady potravinárskeho priemyslu, piliny, drewná stromová kôra, rybničné bahno, kapucín (lignín), uholný odpad. A však pri týchto je potrebné vopred kontrolovať ich chemické zloženie, najme obsahu ťažkých kovov organických polutantov, ktoré nesmú prekročiť limitované hodnoty uvedené v Zákone č. 188/2003 Z. zo aplikácií čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 223/2001 Z. z o dopadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (SZOMBATHOVÁ, 2010).

FECENKO a LOŽEK (2000) uviedli priemyselný obsah organických látok v hospodárskych hnojivách: maštalný hnoj 17%, kompostovaný čerstvý maštalný hnoj 14%, močovka 1%, slama 80%, hnojovica dobytka 5,7%, hnojovica ošípaných 4,8%, hnojovica hydiny 11,4%, priemyselný kompost 14 – 18%.

### 3. 1. 4 Fyzikálne a chemické vlastnosti rozkladajúcich sa zvyškov

O rýchlosti rozkladu organických zvyškov v pôde rozhodujú najmä podmienky prostredia (pH, vlhkosť, prevzdušnenie, teplota, mikrobiálna aktivita pôdy), a kvalita rozkladajúcich sa zvyškov (ich fyzikálny stav a chemické vlastnosti: pomer C:N, zastúpenie ľahko a ťažko rozložiteľných zlúčenín) (SZOMBATHOVÁ, 2010).

Z fyzikálneho hľadiska rýchlosti rozkladu organických zvyškov v pôde závisí od ich umiestnenia, keď zvyšky na povrchu pôdy sa rozkladajú pomaly, dochádza k ich vysušovaniu, výraznému ovplyvneniu teplotnými extrémami (v pôde sa extrémny tlmia), sú mimo dosahu väčšiny pôdných organizmov a mikroorganizmov, a minerálne živiny sa z povrchu pôdy rýchlejšie strácajú. Naopak, po zapracovaní zvyškov do pôdy nastáva ich rýchlejší rozklad, lebo je tu tesnejší kontakt mikroorganizmov so zvyškami a tiež vyššia vlhkosť. Rozhoduje aj veľkosť zvyškov kde platí, čím sú tieto menšie, tým väčší povrch je prístupný pre mikrobiálny rozklad (Brady a Weil, 1999).

Jednotlivé typy organických zvyškov majú odlišné pomerné zastúpenie hlavných skupín organických zlúčenín, ktoré sa v pôde rozkladajú rozličnou rýchlosťou. Od ich hmotnostného pomeru závisí doba rozkladu či humifikácie. Dreviny poskytujú organickú hmotu bohatú na lignín, živice a triesloviny s nízkym obsahom bielkovín, preto sa ich rozklad uskutočňuje oveľa pomalšie v porovnaní so zvyškami bylín, ktoré majú menej lignínu a podstatne viac celulózy, hemicelulózy a bielkovín (SZOMBATHOVÁ, 2010).

Tabuľka 1 **Chemické zloženie pozberových zvyškov** Zdroj: (TOBIAŠOVÁ et, al 2005)<sup>1</sup> a dreva (HEINDER, 1992)<sup>2</sup>

Plodina	chemické zloženie pozberových zvyškov s dreva [%]				
	proteíny	škrob	hemicelulóza	celulóza	lignín
<sup>1</sup> sója fazulová	18,6 <sup>1</sup>	3,6 <sup>1</sup>	18,5 <sup>1</sup>	24,1 <sup>1</sup>	33,3 <sup>1</sup>
<sup>1</sup> ľulok zemiakový	14,0 <sup>1</sup>	4,4 <sup>1</sup>	23,0 <sup>1</sup>	27,6 <sup>1</sup>	29,0 <sup>1</sup>
<sup>1</sup> pšenica letná	8,2 <sup>1</sup>	2,5 <sup>1</sup>	19,7 <sup>1</sup>	33,7 <sup>1</sup>	36,2 <sup>1</sup>
<sup>1</sup> slnečnica ročná	7,6 <sup>1</sup>	4,5 <sup>1</sup>	22,8 <sup>1</sup>	33,6 <sup>1</sup>	26,4 <sup>1</sup>
<sup>1</sup> trávny porast	7,6 <sup>1</sup>	4,9 <sup>1</sup>	29,8 <sup>1</sup>	36,0 <sup>1</sup>	18,9 <sup>1</sup>
<sup>2</sup> piliny borovice	0,5-1 <sup>2</sup>		24-30 <sup>2</sup>	42-49 <sup>2</sup>	25-30 <sup>2</sup>
<sup>2</sup> bukové drevo	0,6-1 <sup>2</sup>		27-40 <sup>2</sup>	42-51 <sup>2</sup>	18-21 <sup>2</sup>

Starostlivosť o organickú hmotu v ekologickom a organickom systéme hospodárenia. Použitý model bilancie pôdnej organickej hmoty jednoznačne potvrdil, že na udržanie a zabezpečenie a udržanie bioenergetického potenciálu a prírodnej úrodnosti našich pôd je potrebné zabezpečiť dostatočné vstupy kvalitných zdrojov organických látok či už vo forme rastlinných zvyškov alebo kvalitných organických hnojív. Rastlinné zvyšky sú nenahraditeľné pre naše pôdy, nakoľko iné exogénne zdroje organických látok sú marginálne a produkcia klasických organických hnojív v porovnaní s inými štátmi v EÚ ako Dánsko, Holandsko je nízka a neustále klesá (ZAUJEC, 2008).

#### **4. Osevný postup v udržateľnej rastlinnej produkcii**

Najvýznamnejšiu úlohu pri zabezpečení princípov udržateľnej rastlinnej produkcie má osevný postup, v širšom kontexte na biologickú mnohotvárnosť agroekosystému. Závisí od genetickej diverzity rastlín, od počtu pestovaných druhov plodín ( v priestore a čase) a od biologickej diverzity pôdy. Faktory ako sú teplota a zrážky, nadmorská výška, ovplyvňujú biodiverzitu limitovaným rozsahom pestovaných plodín, ktoré súčasne ovplyvňujú i pôdnu faunu. Väčšia komplexnosť pôdnej mikrobiológie podmieňujú vyššiu stabilitu rastlinnej produkcie. Komplexnosť pôdnej mikrobiológie sa znižuje inváziou škodlivých organizmov. Osevný postup plní tieto úlohy:

- Obohacuje pôdu a živiny, a tak zabezpečuje výživu pestovaným plodinám
- Stabilizuje a postupne zlepšuje úrodnosť pôdy, zvyšuje mikrobiálnu aktivitu pôdy, potláča škodlivé činitele, zabezpečuje produkciu krmív pre hospodárske zvieratá, zabezpečuje rovnomerné využitie pracovných síl počas roka, zabezpečuje nutričnú a technologickú kvalitu produkcie. (KOVÁČ et al., 2008)

Striedanie rôznych skupín plodín (obiloviny, okopaniny, vikovité) s cieľom zabezpečiť dobrú úrodnosť pôdy. Napr. plodiny náročné na dusík (kukurica alebo repka) zaraďujeme po najlepších predplodinách (ďatelinoviny). 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 ale i pomáhajú. Pestovanie jedného druhu poľnohospodárskej plodiny na rozsiahlych plochách odporuje biologickým princípom prírody. Človek začal vytvárať tzv. umelé agroekosystémy, v ktorých sa porušuje prirodzená rovnováha rastlinných spoločenstiev, napríklad jednostranným odberom živín alebo potláčaním iných rastlín (burín). Takto narušená stabilita agroekosystému sa musí neustále vyrovnávať vkladáním dodatkovej energie vo forme priemyselných hnojív, pesticídov a obrábaním pôdy. (POSPIŠIL, KULOVANÁ, 2002).

„Oševný postup bol niekedy základ agronómie. Pre podnikateľa na pôde je to základná otázka. Dnes máme nižšie úrody a nižšiu produkciu, ako pred dvadsiatimi rokmi. To je možno aj odraz toho, že sme zabudli na túto otázku a pustili sme sa mnohokrát až do monokultúr. Týmto znižujeme rentabilitu a drancujeme pôdu,“ (KRAJC, 2009).

Podľa BIELEKA (BIELEK, 2009) je oševný postup najväčšie umenie hospodára na pôde. Poľnohospodári musia zostaviť taký oševný postup, aby vyvážene zaťažovali pôdu. Aby zabezpečili optimálnu recykláciu organickej hmoty. Oševný postup hodnotí rastliny podľa toho či pridávajú organickú hmotu do pôdy, alebo uberajú. Preto musíme plodiny striedať, aby stabilita obsahu organickej hmoty bola primerane zachovaná a aby nám neklesala úrodnosť a potenciál pre výrobu potravín“.

## 4. 1 Význam osevného postupu v trvalodržateľných systémoch

Súčasnú európske poľnohospodárstvo musí riešiť komplex problémov, ktoré boli v prevažnej miere spôsobené jednostranným rozvojom poľnohospodárstva s dôrazom na intenzifikáciu a orientáciu na ekonomický efekt bez prihliadnutia na možné agroenvironmentálne problémy. Často sa v praxi stretávame s osevnými postupmi, ktoré obsahujú dve, maximálne tri plodiny.

- Redukcia ekonomického rizika v dôsledku väčšej plodinovej diverzity
- Vyvarovanie sa únavy pôdy, nakoľko rôzne rastlinné druhy majú odlišné nároky na živiny a obsahujú rôzne hĺbky pôdy pôdneho profilu, s čím súvisí rôzna intenzita odčerpávania živín a ich príjem koreňmi rastlín
- Dosiahnutie vyrovnanej a stabilnej hladiny mikrobiálneho života v pôde zvyšovaním diverzity mikroorganizmov v pôde
- Redukcia výskytu chorôb a škodcov
- Redukcia konkurencie s burinami
- Zosúladenie potreby sezónnych pracovných síl na farme

Správne zvolený, mnohostranný osevný postup má veľa výhod. Zvyšuje aktivitu pôdných mikroorganizmov, ktoré následne môže zvyšovať prístupnosť živín v pôde (napr. i fosforu, ktorý býva často limitujúcim prvkom v ekologickom poľnohospodárstve). V porovnaní s pestovaním monokultúrnym v osevnom postupe môžeme dosahovať v priemere o 5 až 20% vyššie úrody pestovaných plodín. Početnosť burinných spoločencstiev ich biomasa a produkcia semien je redukovaná osevným postupom v porovnaní s monokultúrnym pestovaním rastlín. Celková úroda plodín sa pri jej pestovaní v monokultúre v dlhšom časovom období znižuje. Jedným z hlavných dôvodov je, že korene sa vždy dostávajú do tej istej hĺbky a rastlina má stále tie isté nároky na jednotlivé živiny.

Osevné postupy sú v ekologických systémoch hospodárenia považované za kľúčový a rozhodujúci prvok úspešného pestovania a práve v nich nadobúdajú nové dimenzie.

Osevný postup je hlavným komponentom všetkých trvalo udržateľných systémov hospodárenia na pôde. Osevný postup ponúka najefektívnejšiu, nepriamu metódu

minimalizácie napadnutia porastov chorobami, škodcami a burinnými spoločenstvami a tiež zabezpečuje udržiavanie, prípadne zvyšovanie úrodnosti pôdy. Osevný postup môže limitovať rozvoj burinných spoločenstiev, ktoré podporuje práve pestovanie plodín v monokultúre. Čím je mnohostrannejší a pestrejší osevný postup, tým je možné lepšie kontrolovať výskyt chorôb a škodcov. Napríklad prítomnosť pšenice letnej formy ozimnej v osevnom postupe bol faktor, ktorý mal najväčší vplyv na výskyt pýru plazivého. (LEHOČKÁ, KLIMEKOVÁ, ŽÁK, 2006).

#### **4. 1. 1 Osevné postupy a štruktúra plodín**

Osevný postup pre ekologické hospodárenie má byť zostavené mnohostranné (multifunkčné), tak, aby plnil nasledujúce funkcie:

- priaznivý vplyv na pôdnu úrodnosť
- obohacovanie pôdy živinami, zabezpečenie dostatku dusíku pre pestované rastliny
- ochrana pôdy a vody pred degradáciou (erózie, zmývania dusíku a fosforu do vody, vyplavovania dusičnanov)
- výživa zvierat vlastnými maštalnými krmivami
- dosahovanie ekonomicky únosných výnosov
- zabezpečenie kvality produkcie
- zaistenie dobrého zdravotného stavu rastlín
- dostatočná regulácia zaburinení
- zaistenie druhové pestrosti pestovaných plodín poskytujúce dostatočné možnosti pre prežívanie užitočných organizmov (predátori škodcov a pod.).

Pri plánovaní štruktúrálnej skladby plodín a ich zaradenia do osevného postupu sú rozhodujúce stanovištné podmienky a výrobné zameranie podniku. Správne naplánované a dodržiavané osevné postupy poskytujúce radu výhod (zabezpečenie potrebných krmív, vhodných osív, zabezpečenie dostatočnej zásoby dusíku v pôde leguminózami, vhodná nadväznosť predplodín s následnými plodinami a pod.). Aj vo vnútri pevných osevných postupov stále zostáva dosť priestoru pre variácie v zastupiteľnosti plodín.

## Zastúpenie plodín

- Do osevného postupu zaraďujeme dostatočný podiel leguminóz (25-33%).
- Podiel leguminóz (zvlášť d'atelinoviny) závisí na zastúpení trvalých trávnych porastov (TTP) v podniku. Vyšší podiel TTP umožňuje obmedziť plochy krmovín na orné pôde.
- Podiel obilnín v osevnom postupe je zásadné ovplyvnenie rozsahom pestovaných bôbových plodín, prípadne okopanín. Vyššie zastúpenie obilnín je v rozpore s cieľmi ekologického poľnohospodárstva, tj. obmedziť pestrosťou plodín škodlivé činitele. Podiel obilnín by nemal presahovať 50 %, obilniny môžu po sebe nasledovať najviac dva roky. Kukurica, pohanka, amarant sa z hľadiska striedania plodín nepovažujú za obilniny.
- Podiel okopanín je limitovaný ich schopnosťou rýchlo odbúravať pôdne organické látky. Ďalším limitujúcim faktorom je rozvoj škodlivých činiteľov. Podiel okopanín v osevnom postupe presiahne len vo výnimočných prípadoch 25-30%. Pri vyrovnanom pomere medzi leguminózami a okopaninami sú vytvorené predpoklady pre zachovanie pôdnej úrodnosti.
- Pestovanie olejní v ekologickom hospodárení býva problematické (zaburinenie, výskyt škodcov apod.). Aj cez tieto prekážky je vzhľadom k dobrému odbytu ekologické pestovania olejní vo vhodných stanovištných podmienkach perspektívne.
- Medziplodiny slúžia v ekologickom poľnohospodárstve k získaniu doplnkových krmív a predovšetkým k zelenému hnojeniu. Potrebné je maximálne využitie medzioporastového obdobia k pestovaniu medziplodín na zelené hnojenie. Medziplodiny na zelené hnojenie (predovšetkým letné strniskové medziplodiny a podsevy) sú zdrojom ľahko rozložiteľnej organickej hmoty, ktorá stimuluje biologické procesy pôdy. Organická hmota z koreňov a nadzemných častí rastlín zlepšuje fyzikálne vlastnosti (najmä štruktúrny stav pôdy), pred zaoraním prispieva k ochrane pôdy pred vodnou a veternou eróziou a k lepšiemu využitiu zrážok v medzioporastové obdobie. Nezanedbateľný význam medziplodín spočíva tiež v pútaní živín z pôdy v biomase rastlín a ich postupnému sprístupňovaniu a obmedzovaniu ich vyplavovania

(predovšetkým dusíku). Významné sú v ekologickom hospodárení ich fyto sanitárne účinky (potlačovanie chorôb, škodcov a burín). Najmä pri špecializácii rastlinnej výroby (predovšetkým pri hospodárení bez chovu hovädzieho dobytká) plní medziplodiny na zelené hnojenie funkciu zlepšujúcich (zúrodňujúcich) plodín a prerušovačov obilných postupností.

## **4. 2 Obrábanie pôdy**

Obrábanie pôdy je významným nástrojom regulácie pôdneho prostredia. Vývoj a preferovanie jednotlivých spôsobov obrábania pôdy sa mení spolu s prejavom negatívnych vplyvov obrábania a presadzovaním environmentálnych technológií. Fenoménom erózie ornej pôdy, dezertifikácia a snaha o zmiernenie dopadu klimatickej zmeny upriamila pozornosť na výskum optimalizácie pestovateľských postupov v nadväznosti na obrábanie pôdy korektných pestovateľských sústav. Obrábanie v nadväznosti na jednotlivé pestovateľské plodiny môže ovplyvniť využiteľnosť pôdnej vlhky v závislosti na interakciách plodiny a podmienok prostredia (MACÁK, 2010).

NEUMANN et al. (2007) sledovali vplyv hustoty porastu a systémov obrábania pôdy na úrodu hrachu a ovsa pestovaného v polykultúre a samostatne v monokultúre. V práci je zvýraznený významný aspekt problematiky viazania a využitia dusíka vo vzťahu k znečisteniu vodných útvarov v zraniteľných oblastiach definovaných v dusičnanovej smernici. Vplyv základného obrábania pôdy bol hodnotený na variante konvenčného obrábania orbou a minimalizačného systému obrábania rotačnými bránami. Výhody interkropingu sa prejavili pri oboch systémoch obrábania pôdy v interakciách s vyššími výsevnými dávkami prevyšujúce odporúčane dávky pre pestovanie v monokultúre. Obsah minerálneho dusíka sa preukazne nezvýšil pri spoločnom pestovaní hrachu a ovsa v porovnaní s porastom monokultúry ovsa. Riziko znečistenia vôd dusičnanmi bolo nižšie v porovnaní s monokultúrnym pestovaním hrachu z dovozu, že ovos bol stimulovaný čerpať dusík z hlbších vrstiev.

#### **4. 2. 1 Systém obrábania a znižovania strát organickej hmoty z pôdy**

Poľnohospodárska prax a dlhodobé pokusy s rozdielnou agrotechnikou v odlišných pôdnoklimatických podmienkach odkazujú, že obrábanie pôdy bez dopĺňania organickej hmoty vedie k výraznému zníženiu obsahu humusu. Neuvážené používanie pôd sa môže stať vážnym faktorom ich degradácie. Aby sa zabránilo znižovaniu obsahu POH, je potrebné zaviesť také systémy hospodárenia, ktoré zvyšujú vstupy, a zároveň znižujú straty organickej hmoty z pôdy. Základom je dodávanie rastlinných pozberových zvyškov a organických hnojív do pôdy (TOBIÁŠOVÁ, 2001; ZAUJEC, 2005).

Zvyšovanie organickej hmoty sa dá dosiahnuť aj pestovaním väčšieho množstva rastlinnej hmoty na poli (t.j. zvýšením produkcie plodín, alebo pestovaním „vymŕzajúcich“ plodín v zimnom období. Takto sa na pôde zanechá viac pozberových a koreňových zvyškov a pôda je viac chránená proti erózií).

ZAUJEC (2003) hodnotil možnosti regulácie obsahu OH a humusu v pôdach SK a skonštatoval, že v našich pôdach nemôžeme byť optimistami, vychádzajúc zo štruktúry rastlinnej produkcie, osevných postupov a klesajúcich počtov hospodárskych zvierat v živočíšnej výrobe. Konštatoval jednoznačný pokles vstupujúcich organických látok (rastlinných zvyškov a organických hnojív) do našich pôd.

Cieľom trvalo udržateľného poľnohospodárstva je uchovať organickú hmotu v pôde, nakoľko zlepšuje štruktúrne vlastnosti pôdy, priepustnosť pre vodu a korene, umožňuje rast rastlín poskytovaním živín a energie, kolobeh živín v pôde a ďalšie mikrobiálne procesy, ktoré udržujú produkčnú schopnosť pôdy. Nedávno sa začal klásť dôraz na pôdu aj z hľadiska možného priestoru pre sekvestráciu atmosférického CO<sub>2</sub> (BATJES, 1998).

Intenzívna orba značne zhoršuje vlastnosti pôdy, lebo pozberové zvyšky sa drvia a sú zapracované do pôdy, dochádza k rozkladu štruktúrnych agregátov a následnému uvoľňovaniu fyzikálne chránenej POH, zvyšuje sa teplota, prevzdušnenie a biologická aktivita pôdy, a teda aj straty POH. Na druhej strane je dokázané, že moderné konvenčné spôsoby obrábania pôdy: minimalizačné

obrábanie alebo bezorbový systém, mulčovanie, kde je väčšina pozberových zvyškov sústredene v povrchovej vrstve pôdy, ekologický a organický systém hospodárenia na pôde môžu pomôcť zachovať alebo dokonca zvýšiť obsah organickej hmoty v pôde (ŠIMANSKÝ a TOBIAŠOVÁ, 2007; ZAUJEC, 2008).

Konvenčné systémy obrábania pôdy s regulovanou orbou zvyšujú v povrchových vrstvách pôdy obsah OH, ktorá je hlavným zdrojom živín pre pôdne organizmy. Väčšie druhové zloženie a väčšia diverzita boli zistené v pôdach s bezorbovými systémami v porovnaní s oranými (KLADIVKO, 2001; ŠIMON ET AL., 2009)

V priaznivých podmienkach a vhodnom zložení pôdnych organizmov sa živiny postupne uvoľňujú z OH, čím sa stávajú prístupnými pre rastliny na tvorbu úrody (SZOMBATHOVÁ, 2010).

Okrem systematického vplyvu obrábania pôdy sa na obsahu a kvalite POH výrazne odzrkadľujú melioračné zásahy: odvodnenie, závlahy, vápnenie, sadrovanie, vyľahčovanie a zhutňovanie pôd. Takéto hlboké zásahy do pôdnych vlastností pri intenzívnom hospodárení sú oveľa výraznejšie ako pri tradičnej agrotechnike odrážajú i na obsah a kvalitu humusu (SOTÁKOVÁ, 1982).

#### **4. 2. 2 Energetická náročnosť a dopad potreby energie pestovania plodín**

Energetické hodnotenie je objektívnym meradlom efektívnosti poľnohospodárskej produkcie (POSPIŠIL a VILČEK, 2000).

Bilancia energie je výsledkom mnohých čiastkových faktorov a vlastností konkrétneho agroekosystému. Základným cieľom udržateľnosti je dosiahnutie takej miery energetických vstupov, ktorá v kontexte všetkých opatrení smerujúcich do agroekosystému zaistí kladnú energetickú bilanciu, avšak pri dodržaní požadovaných hodnôt širokej skupiny indikátorov všetkých ekosystémových služieb (udržiavanie pôdnej úrodnosti, zaistenie čistoty ovzdušia a kvality podzemných vôd, protierózna ochrana, sekvestrácia uhlíka, kvalita potravinárskych surovín atď.) (FAJMAN a i., 2008).

K energetickej bilancii pestovaných plodín sa pristupuje z rôznych hľadísk. Hodnotí sa efektívnosť hnojenia, účinnosť pesticídov, rôzneho obrábania pôdy, alebo energetický vplyv predplodín, odrôd a rôznych agrotechnických podmienok (KOTOROVÁ, 1999; POSPIŠIL, 2002 a i.).

Pestovanie hrachu môže byť prínosom aj z pohľadu hrozby klimatickej zmeny a zmierňovania environmentálnej záťaže. V rámci európskeho výskumného programu NEMEČEK et al. (2005) kvantifikovali prínos hrachu a oševnom postupe vo vzťahu k vybraným faktorom environmentálnej záťaže s určitými väzbami na znižovanie vstupov. Prínosy boli definované v troch oblastiach:

- 1, manažment zdrojov;
- 2, manažment živín;
- 3, manažment znečisťovania hodnotený

Zaradenie strukovín do oševného postupu vo všeobecnosti viedlo k podstatnému zníženiu požiadaviek na energiu obhospodarovanej pôdy. Zníženie vstupov bolo spôsobené najmä reguláciou dávok dusíkatých hnojív.

Tab. 2 Potreba energie a environmentálny dopad na hektár za rok v oševnom postupe bez strukovín (CR 1) a so zaradením strukovín (CR 2) na ha za rok (dopad CR 2 vo vzťahu k CR 1 bol hodnotený ako ++ veľmi priaznivý, + priaznivý, 0 podobný, - negatívny, - - veľmi nepriaznivý) Zdroj: HANAČKOVÁ et. al., (2010)

Prámer	Sasko - Anhalt. (Nemecko)		Barrios (Francúzsko)		Vaud (Svajčiarsko)		Kastília (Spanielsko)	
	CR 1	CR 2	CR 1	CR 2	CR 1	CR 2	CR 1	CR 2
Potreba energie (GJ - ekv.)	24,5	21,07 ++	22,49	19,92 ++	31,55	21,86 ++	10,35	10,75 0
GWP (ekv. Kg CO <sub>2</sub> )	3762	3331 ++	3974	3666 +	4003	3653 +	1920	2168 - -
Eutrofizácia (ekv. kg N)	48,2	47,4 0	100,9	94,7 0	58,8	64,4 -	63,4	72,8 -

## GWP – Globálny otepľovací potenciál

Obrábaním pôdy sa vytvára priestor pre rozvoj koreňového systému rastlín a činnosť mikroorganizmov. Cieľom je zlepšenie štruktúry pôdy, rozrušenie uľahnutých vrstiev, zapravenie pozberových zvyškov a organických hnojív, regulácia burín a vytvorenie kvalitného lôžka pre osivo. Splnenie cieľa je možné zabezpečiť rôznymi spôsobmi obrábania pôdy, ktoré je potrebné prispôsobiť daným podmienkam, V súvislosti so znižovaním nákladov sa čoraz viac uplatňuje minimalizačné a redukované spôsoby obrábania pôdy. Významnou motiváciou je efektívnosť rastlinnej výroby (PAČUTA a POSPÍŠIL, 2000).

Pre dosiahnutie vysokej úrody je dôležité obrábanie pôdy, ktoré je v súčasnosti viac ovplyvnené ekonomickým hľadiskom ako požiadavkami plodín. Súvisí to s energetickou náročnosťou na pohonné hmoty pri prevádzkovaní mechanizačných prostriedkov v technologickom procese poľných plodín. Využívajú sa rôzne základného a predsejbového obrábania pôdy. HANAČKOVÁ et al. (2010) uvádza, že použité náradie výrazne ovplyvňuje celkovú energetickú bilanciu daného pracovného postupu. To sa potvrdilo, že pri konvenčnom pracovnom postupe dochádza k výraznému zvýšeniu nákladov na energetické vstupy s vysokou spotrebou pracovného času. Pri konvenčnej technológii sa sa preukázateľne zhoršujú fyzikálne vlastnosti pôdy (MARKO et al., 1993).

KOVÁČ (2003) potvrdzuje, že minimalizovaný spôsob obrábania pôdy možno v dobrých podmienkach využiť pri väčšine poľnohospodárskych plodín.

V neobrábanej pôde sa urodilo o 20 – 55% viac zrna a slamy, ako pri klasickej orbe, zatiaľ čo zvýšenie úrody semena a slamy bolo o 19 – 33% vyššie po zaoraní slamy, ako na variantoch bez zaorania slamy. Úroda semena a slamy sa zvýšila hnojením dusíka v dávke 40 kg.ha<sup>-1</sup> a koreňová hmota do hĺbky 0 – 150mm pri dávke dusíka 60 kg.ha<sup>-1</sup> (MALHI et al., 2005).

#### **4. 2. 3 Termodynamické podmienky akumulácie organickej hmoty**

V priebehu vegetačného obdobia pôsobí na pestované plodiny celý komplex faktorov, najmä klimatických. Tvorba organickej hmoty predstavuje prechod kinetickej energie slnečného žiarenia do stavu, v ktorom je energia akumulovaná v podobe organickej hmoty. Vplyvom tejto energie vytvára porast sústavu, ktorá je schopná zväčšovať svoj objem, má svoje vlastné vnútorné energetické pomery, kde pôsobí teplota (ako odraz slnečného žiarenia), tlak i spotrebiteľ tepla – zrážky. Rastlinný porast je otvorenou termodynamickou sústavou. Pri tvorbe úrody pôsobí teplota ako energetický zdroj biologickej sústavy a zrážky sú činiteľom, ktorý podmieňuje samotnú existenciu rastlín, najmä v pestovateľských podmienkach bez závlahy (KUDRNA, 1985).

Pri tvorbe úrod hrachu siateho sú jednotlivé obdobia časovo prísne vymedzené. Každé prerušenie optimálnej rovnováhy má za následok zníženie úrody a tiež často nepriaznivý dopad a kvalitatívne parametre finálneho produktu, čo je pre hrach siaty veľmi dôležité (skladovanie, nutričná hodnota a iné). (HANÁČKOVÁ, CANDRÁKOVÁ, MACÁK, 2010).

Respirácia pôdy je jedným z hlavných indikátorov biologickej aktivity. K opatreniam na dosiahnutie priaznivej biologickej aktivity v pôde patrí udržanie dobrého fyziologického stavu pôdy správnou agrotechnikou, zabezpečenie vyrovnanej bilancie organických zdrojov v pôde hospodárením s pôdnou vlhkosťou, podpora biodiverzity organizmov v pôde správnym striedaním plodín, ochranou pôdy pred nadmerným hnojením minerálnymi hnojivami a pred aplikáciou pesticídov (MACÁK, POSPÍŠIL, 2002).

Ďalším významným faktorom je rozdielna úroveň distribúcie pri základnej príprave pôdy. Porovnanie úrovne respiračnej aktivity pôdy pri konvenčnom spôsobe obrábania pôdy do hĺbky 0,20-0,22 m, spojením s prevrátením pôdy a minimálnym spôsobom obrábania do hĺbky 0,10-0,12 m odhalilo štatisticky významný vplyv obrábacích zásahov na respiračnú aktivitu pôdy hodnotenú v štandardných tepelných a vlhkosťových podmienkach.

Minimalizačné obrábanie pôdy vytvorilo vysoko preukázateľné lepšie podmienky pre mikroorganizmy a úroveň mineralizácie organickej hmoty v daných podmienkach neznížilo úroveň sekvestrácie uhlíka. Je na prvý pohľad prekvapujúce, že vplyv zaorania pozberových zvyškov nemal preukázaný vplyv na priemernú úroveň bázeickej respirácie pôdy.

Stupeň respirácie in situ býva ovplyvnení osevným postupom, ale aj manažmentom pôdy. Pri porovnávaní výsledkov si treba uvedomiť podstatu disturbancie obrábacích zásahov, pretože každý obrábací zásah stimuluje biologickú aktivitu pôdy, a tým aj intenzitu rozkladu rastlinných zvyškov (Balesdent et al., 2000).

Napríklad FRANCHINI et al. (2007) na základe 5 ročných pokusov uvádza 57% zvýšenie respiračnej aktivity pôdy pri konvenčnom obrábaní v porovnaní s no-till. Respiračná aktivita pôdy bola v meraniach pred orbou v rovnakej úrovni ako no-till. Priemerné hodnoty boli ovplyvnené preukázanými rozdielmi zvýšenej respiračnej aktivity až v perióde po orbe, kde pri konvenčnom, spôsobe obrábania bola denná aktivita emisií CO<sub>2</sub> v intervale 1,12-1,23 g C m<sup>2</sup>.deň<sup>-1</sup> v porovnaní s 0,75-0,78g C m<sup>-2</sup> deň<sup>-1</sup> pri no till.

Tabuľka 3. Analýza vplyvu obrábania pôdy a hnojenia na dlhodobú respiračnú aktivitu pôdy vyjadrenú produkciou CO<sub>2</sub> v mg.100g pôdy .24 hodín za roky 1996-2003 (ANOVA). Zdroj: HANÁČKOVÁ et. al., (2010)

<b>Faktor</b>	<b>Varianty</b>	<b>Dlhodobá respirácia</b>	<b>Hraničná diferencia</b>
Obrábanie pôdy	Konvenčné	2,35a	Hd <sub>0,01</sub> =0,145
	Minimalizačné	2,82b	
Hnojenie	kontrola	2,52a	Hd <sub>0,01</sub> =0,161
	priemiselné hnojivá	2,64a	
	pozberové zvyšky	2,61a	

### **4. 3 Medziplodiny v udržateľných poľnohospodárskych systémoch**

V udržateľných poľnohospodárskych systémoch sa medziplodiny používajú ako mulčovacie plodiny na ochranu pôdy pred eróziou a na imobilizáciu dusíka v koreňovej zóne rastlín v mimovegetačnom období. Medziplodiny zabezpečujú v rastlinnej výrobe významné mimoprodukčné funkcie. Ide najmä o potlačenie škodcov, burín, zmien vo vývojových cykloch škodcov a fixáciu a biocykláciu živín. Zvyšujú netto primárnu produkciu, detritus potravinového reťazca a podiel živín z organických hnojív. Šľachtenie medziplodín by malo byť kompatibilné s ohľadom na striedania plodín a ochranu v oševnom postupe. Medziplodiny slúžia aj ako hostiteľské plodiny pre organizmy, ktoré sú významné z hľadiska využitia biologickej ochrany rastlín. Prínos pestovania medziplodín je mnohonásobný. Spočíva najmä v rozšírení biodiverzity agroekosystému, a potlačení burín a zlepšení zdravotného stavu pestovaných plodín, v stálom vegetačnom kryte, v recyklácii živín a ich lepšom uvoľňovaní z pôdných zásob ako zdroj energie a živín pre pôdne mikroorganizmy.

#### **4. 3. 1 Pestovanie medziplodín**

Či si to uvedomujeme alebo nie, mimoriadne narastá potreba využívania predností medziplodín. Našich poľnohospodárov núti a bude nútiť k tomu čoraz viac súčasná ekonomická situácia, štruktúra podnikov a v neposlednej miere i štruktúra pestovaných plodín. Už niekoľko rokov sme svedkami neustáleho rastu cien priemyslových hnojív a agrochemikálií vôbec. Poľnohospodári sa bránia tomu drastickým znižovaním ich spotreby. V mnohých prípadoch dochádza k ohrozovaniu regenerácie pôdnej úrodnosti a k znižovaniu úrod plodín pôsobením burín, chorôb i škodcov. Práve cieľavedomé pestovanie medziplodín by mohlo prispieť k lepšiemu využívaniu hnojív i agrochemikálií a v konečnom dôsledku aj k ich úspore. Nárast počtu poľnohospodárskych podnikov ku ktorému došlo sám o sebe nie je nežiaducim javom, skôr naopak. Horšie však je, že prudko stúpol podiel podnikov, ktoré hospodária bez živočíšnej výroby a v tomto prípade je absencia medziplodín prakticky agronomickým i ekologickým hazardom. Situáciu robí náročnejšou i to, že sa mimoriadne zvýšil počet podnikov, ktoré pestujú len dve až tri popr. štyri plodiny, tu je opäť racionálne hospodárenie nemysliteľné bez medziplodín. Všetky uvedené

skutočnosti nás nútia aby sme si uvedomovali a najmä lepšie využívali prínosy z pestovania medziplodín:

- Obsah organickej hmoty v pôde ostáva aj v našich podmienkach jedným z kľúčových problémov úrodnosti pôdy. Prostredníctvom pestovania medziplodín (najmä zeleným hnojením) možno pozitívne ovplyvňovať biologické a biochemické procesy, mobilizáciu popri. imobilizáciu živín, fyzikálne vlastnosti i sorpčné vlastnosti pôdy.
- Nedoceneným je výrazné obmedzovanie erózie. Chránia pôdu pred nepriaznivými účinkami slnka, dažďa i vetra. Na vytvorenie jednej tony sušiny nadzemnej fytohmoty musia prekoreniť 450 ton pôdy, predovšetkým ornice, čím zväčšujú jej odolnosť proti erózii. Odplavením 1 mm vrstvy ktorá vznikala 8 až 15 rokov) dochádza nielen k stratám 15 t.ha<sup>-1</sup> najkvalitnejšej pôdy s vysokým obsahom živín, ale aj k odplaveniu rezíduí pesticídov, čo okrem strát na živinách môže prispievať k neželateľnej kontaminácii povrchových i podzemných vôd.

Zatienením a “popretkávaním” ornice sústavou koreňov zlepšujú biologické, fyzikálne i chemické pomery v pôde. Podporujú tvorbu dobrej štruktúry (pôdne garé), zlepšujú hospodárenie s vodou, vzduchom a živinami. Neobsiata pôda – čierny úhor využíva v priemere len 40% vody zo zrážok, pôda s rastlinným krytom 67 i viac %. Medziplodiny okrem toho organizačno technicky i ekologicky rozširujú priestor na aplikáciu tekutých organických hnojív (JAMRIŠKA, 2009).

#### **4. 3. 2 Možnosti využívania medziplodín**

Medziplodiny využívajú medzioporastové obdobie hlavných plodín na produkciu biomasy. Pestujú sa ako krmoviny, na zelené hnojenie, ako súčasť pôdoochranných technológií pri pestovaní niektorých plodín a plnia početné ekologicky významné funkcie. V štátoch s vyspelým poľnohospodárstvom zaberajú od 8 – 10 do 20 – 25 % ornej pôdy a ako biologický faktor intenzifikácie rastlinnej výroby tvoria súčasť racionálneho hospodárenia na pôde (GREGOROVÁ, 2009).

### *Medziplodiny ako krmoviny*

V krmovinovej základni predstavujú medziplodiny doplnkový zdroj vo výrobe objemových krmív. Ich hlavný význam spočíva v predĺžení zeleného krmenia. Podľa termínu sejby sa delia na ozimné, letné a strniskové medziplodiny a jednoročné podsevy. Ozimné medziplodiny využívajú na svoj rast a vývoj slnečné žiarenie a vegetačné podmienky jesenného a skorého jarného obdobia, preto sú spomedzi medziplodín najistejšie. Rozsah ich pestovania sa odvodzuje od potreby zeleného krmenia na jar po prvé kosby viacročných krmovín. Štruktúra medziplodín má umožňovať kontinuitu zeleného krmenia a súčasne má vytvárať dobré podmienky pre pestovanie následnej plodiny, ktorou je najčastejšie kukurica na siláž

V našich podmienkach najskoršie zelené krmivo poskytujú kapustovité ozimné medziplodiny – repica olejnatá a kapusta repková pravá. Úrodu nadzemnej biomasy využiteľnú kosením (nad 10 t.ha<sup>-1</sup>) poskytujú v závislosti od priebehu poveternostných podmienok v nížinných oblastiach už v prvej polovici apríla, v zemiakovej výrobní oblasti koncom apríla. Ich zber treba ukončiť do začiatku kvitnutia, kedy poskytujú úrodu 15 – 25 t.ha<sup>-1</sup> zelenej hmoty.

Letné medziplodiny sa pestujú po skôr zberaných plodinách, ako sú skoré zemiaky, jarné strukovinoobilné miešanky a podobne. Vyberajú sa do nich druhy s dlhšou vegetačnou dobou, ako sú kukurica, slnečnica, ciroky buď v čistých porastoch, alebo v miešankách so strukovinami. V zemiakovej výrobní oblasti pri dostatku vlhky možno do letných medziplodín použiť niektoré druhy kapustovitých (repka) v kombinácii so strukovinami (bôb, peluška), slnečnicou alebo kukuricou. V závislosti od dĺžky vegetačnej doby a priebehu poveternostných podmienok poskytujú letné medziplodiny 25 – 35 t.ha<sup>-1</sup> zelenej hmoty.

Strniskové medziplodiny majú pre svoj rast k dispozícii len veľmi krátku časť vegetačného obdobia, spravidla s deficitom atmosferických zrážok. Vyberajú sa do nich druhy a odrody s krátkou vegetačnou dobou, rýchlym rastom, lacnými, drobnými semenami, odolné voči suchu a nízkym jesenným teplotám. Týmto požiadavkám najlepšie vyhovuje facélia vratičolistá a rastliny z čeľade kapustovitých, ako sú kapusta repková pravá, kapusta sitinová, reďkev siata, repica olejnatá, horčica biela.

V zrážkovo deficitných oblastiach južného Slovenska bez závlahy najistejšie úrody v rokoch pestovania poskytuje horčica biela a reďkev siata. Pre zlepšenie chutnosti a príjmu dobytkom ich možno pestovať v kombinácii s kapustou repkovou pravou alebo repicou. Na zelené kŕmenie sa môžu zberať od úrody 10 t.ha<sup>-1</sup> do začiatku kvitnutia, repicu a kapustu repkovú pravú do príchodu trvalejších mrazov. Úrody strniskových medziplodín v závislosti od priebehu poveternostných podmienok značne varíujú (5 – 30 t.ha<sup>-1</sup> zelenej hmoty), v niektorých rokoch nemusia dať žiadnu úrodu. V kŕmnych bilanciách sa preto s nimi počíta len ako s rezervou (GREGOROVÁ, 2009).

#### *Medziplodiny na zelené hnojenie*

Medziplodiny pestované na zelené hnojenie zlepšujú bilanciu organickej hmoty v pôde a prispievajú k prirodzenej regenerácii pôdnej úrodnosti.

Organická hmota priaznivo ovplyvňuje fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy. Na ťažkých pôdach zlepšuje pôdnu štruktúru, na ľahkých pôdach zvyšuje sorpčnú schopnosť a hospodárenie s vodou. Pôsobí ako pufor pôdnej reakcie (bráni jej rýchlej zmene), viazaním ťažkých kovov znižuje ich dostupnosť pre rastliny. Je dôležitým energetickým zdrojom pre biologickú zložku pôdy a významným detoxikátorom biocídnych látok. Celková ročná potreba sušiny organickej hmoty sa pohybuje v rozpätí 3,5 až 4,5 t.ha<sup>-1</sup>. Približne polovicu z toho kryjú korene a pozberové zvyšky rastlín, zvyšnú časť okolo 1,8 – 2,0 t.ha<sup>-1</sup> sušiny organickej hmoty treba do pôdy každoročne vracieť, najlepšie vo forme kvalitného maštalného hnoja.

Na zelené hnojenie sa využívajú predovšetkým strniskové medziplodiny a podsevové kultúry. Z podsevových medziplodín možno použiť na zelené hnojenie niektoré bôbovité rastliny, ako je ďatelina plazivá, ďatelina hybridná a lucerna chmeľovitá. Tieto vďaka symbiotickej fixácii vzdušného dusíka produkujú kvalitnú biomasu bez potreby dusíkatého hnojenia a navyše koreňovým systémom vynášajú splavené živiny z hlbších pôdnych horizontov. Vo vlhrove priaznivom roku môžu poskytnúť 25 – 35 t.ha<sup>-1</sup> celkovej biomasy (GREGOROVÁ, 2009).

#### *Medziplodiny ako súčasť pôdochranných technológií*

Viac ako 60 % poľnohospodárskej a takmer 70 % ornej pôdy u nás je viac alebo menej ohrozených eróziou s negatívnymi ekologickými i ekonomickými dôsledkami

Jednou z protieróznych technológií pri ich pestovaní je sejba do vymrzajúcej strniskovej medziplodiny. Stupeň ochrany pôdy pred eróziou závisí od rýchlosti zapojenia a hustoty porastu medziplodiny, ako aj od spôsobu sejby do vymrzutej medziplodiny. Relatívne najmenšiu ochranu pôdy pred eróziou poskytuje sejba do celoplošne skypreného strniska vymrzutej medziplodiny. ochrana pred eróziou je pri priamej sejbe do nespracovaného strniska medziplodiny (GREGOROVÁ, 2009).

#### *Ďalšie aspekty pestovania medziplodín*

Vedľa produkcie krmu, prísunu organickej hmoty do pôdy a protierózneho pôsobenia plnia medziplodiny ďalšie ekologicky významné mimoprodukčné funkcie.

Medziplodiny obmedzujú straty dusíka uvoľneného mineralizáciou organickej hmoty v pôde tým, že ho viažu v nadzemnej a podzemnej biomase. Znižuje sa tým potenciálne nebezpečie vymývania dusíka v priebehu zimy a eutrofizácie podzemných vôd. Preto majú medziplodiny dôležité miesto v pásmach hygienickej ochrany vodných zdrojov. V pokusoch na našom pracovisku sme namerali v pôde pod strniskovou horčicou bielou v hĺbke do 0,8 m o 46 kg.ha<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>-N menej ako v pôde bez vegetačného krytu. Pri imobilizácii pôdneho dusíka a znižovaní jeho strát majú význam aj ozimné medziplodiny. V pôdnom profile do 0,8 m mala pôda bez rastlinného krytu po suchom a teplom októbri o 96 kg.ha<sup>-1</sup> minerálneho dusíka viac ako pôda s ozimnými medziplodinami. Podstatná časť tohto dusíka sa nachádzala v podorničí.

Z ďalších funkcií medziplodín možno vyzdvihnúť pôsobenie na úrody následných plodín, často i na druhú, poprípade tretiu následnú plodinu, pričom sa pozitívne prejavuje kombinácia zeleného hnojenia medziplodinami s organickými hnojivami, najmä hnojovicou. Zapojené porasty medziplodín chránia pôdu pred zaburinením, prehrievaním, neproduktívnym výparom a nežiadúcim zhutňovaním. Zelený porast medziplodiny znižuje prašnosť prostredia, poskytuje potravu a úkryt poľovnej zveri. Z naznačeného všestranného pôsobenia medziplodín jednoznačne vyplýva potreba lepšieho využitia vegetačnej doby na tvorbu biomasy z doterajších 60 % aspoň na odporúčaných 80 % cestou pestovania medziplodín (GREGOROVÁ, H. 2009).

## ZÁVER

Na základe štúdia literatúry a analýzy zhromaždených materiálov v zmysle plnenia cieľov bakalárskej práce možno urobiť nasledovné závery:

- Pre rozvoj udržateľných poľnohospodárskych systémov má nezastupiteľný význam koncepcia multifunkčnosti poľnohospodárstva.
- Hospodárenie s pôdnou organickou hmotou je závislé od viacerých faktorov, priaznivo ovplyvňuje chemické, fyzikálne a biologické vlastnosti pôdy. Organická hmota taktiež zlepšuje štruktúrny stav pôdy, čo je z hľadiska trvaloudržateľného poľnohospodárstva veľkým prínosom. Medzi jej ďalšie prednosti patria priepustnosť pre vodu a korene, umožňuje rast rastlín poskytovaním živín a energie, prospešne vplýva na kolobeh živín v pôde a ďalšie mikrobiálne procesy, ktoré udržiavajú produkčnosť pôdy.
- Osevný postup plní s trvaloudržateľným poľnohospodárstvom niektoré významné úlohy. Zabezpečuje výživu pestovaním plodín, krmivá hospodárskym zvieratám, technologickú a nutričnú kvalitu produkcie a potláčanie škodlivých činiteľov, stabilizuje a postupne zlepšuje úrodnosť pôdy.
- Obrábanie pôdy je významný faktor ktorý môže v závislosti od podmienok a spôsobov obrábania pôsobiť pozitívne ale aj ako jeden najvýznamnejších negatívnych faktorov pri zvyšovaní erózie pôdy a strát pôdnej organickej hmoty.

## Použitá literatúra

1. BALESENT, J., CHENU, D., MALABANE, M. 2000. *Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage*. *Soil Till Res.*, 53, 2000, p 215-230.
2. BATJES, N.H. 1998. *Mitigation of atmospheric CO<sub>2</sub> concentration by increased carbon sequestration in the soil*. In *Biol. Fertil. Soils*, roč. 27, 1998, s. 230 – 235.
3. BIELEK, P., JURČOVÁ, O. 2010. *Metodika bilančnej pôdnej organickej hmoty a stanovenie potreby organického hnojenia poľnohospodárskych pôd*. 2010, ISBN 978-80-89128-80-8, s. 145
4. BRADY, N.G. - WEIL, R.R. 1999. *The Natural and Properties of Soil*. 12. Ed. New Jersey: Prentice Hall, Inc. Simons & Schuster A Viacon comp., 1999. 881 s. ISBN 0-13-852444-0.
5. FAJMAN, M., HEJDUK, S., KOŘEN, J. 2008. *Metodiky indikátorů pro ekosystémy na orné půdě, traviny a rostoucích dřevin*. s. 17-75. In: Žalud, Z. a i., *Folia*, 2008, 4, monografia, Brno : MZLU, 176.
6. FAO, 2005. *FAO Corporate Document Repository* 2005. ISBN 9251053669  
Dostupné na: <<http://www.fao.org/docrep/009/a0100e/a0100e00.htm>>
7. FECENKO, J., LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra: SPU. 452 s. 2001. ISBN 80-7137-777-5.
8. FRANCINI, J.C., CRIPINO C.C., TORRES, E. 2007 *Microbiological parameters as indicator of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brasil*. *Soil Till Res*, 2007, 92, p. 18-29.
9. GREGOROVÁ, H. 2009. *Možnosti využívania medziplodín*. Agroporadenstvo, 2009 [online] Nitre agroporadenstvo, Aktualizované 2009, [cit 2010-04-30]  
Dostupné na  
<[http://www.agroporadenstvo.sk/rv/medziplodiny/medziplodiny\\_mozn.htm](http://www.agroporadenstvo.sk/rv/medziplodiny/medziplodiny_mozn.htm)>

10. HANAČKOVÁ, E., CANDRÁKOVÁ, E., MACÁK, M. 2010. *Udržateľný technologický systém pestovania hrachu siateho*. Nitra, 2010, ISBN 978-80-552-0345-4, s. 121-124
11. HANES, J. 1995. *Antropogénne vplyvy na vlastnosti poľnohospodárskych pôd*. Nitra: VŠP, 1995. 89 s. ISBN 80-7137-238-2.
12. JAMRIŠKA, P. 2009. *Pestovanie medziplodín* Agroporadenstvo 2009 [online] Nitre agroporadenstvo, Aktualizované 2009, [cit 2010-04-30] Dostupné na: <  
<http://www.agroporadenstvo.sk/rv/medziplodiny/medziplodiny.htm>>
13. JURČOVÁ, O.- BIELEK, P. 1997. *Zdroje a straty pôdnej organickej hmoty a ich bilancia*. In *Humic Substance in Enviroment*. Bydgoszcz: PTSH, ART, 1997, s. 17 – 24. ISBN 83-906403-1-7.
14. KLADIVKO, J.E. 2001. *Tillage systems of soil ecology*. In *Soil Till. Res.*, roč. 61, 2001, s. 61 – 76.
15. KOBZA, J. 2009. *Poľnohospodárske pôdy Slovenska na začiatku 21. Storočia. Zložky životného prostredia a ich ochrana* [online] VÚPOP Banská Bystrica, . 2009 [cit 2010-04-30] Dostupné na: <  
[http://www.sazp.sk/slovak/periodika/enviromagazin/enviro2009/enviro1/07\\_polnohospodarske.pdf](http://www.sazp.sk/slovak/periodika/enviromagazin/enviro2009/enviro1/07_polnohospodarske.pdf)>
16. KOSTREJ, A., DANKO, J. 1996. *Analýza a modelovanie energetických ukazovateľov produkčného procesu poľných plodín*. 1, vydanie. Nitra : VŠP, 1996. 81 s.
17. KOVÁČ, K., BRODOVÁ, M., BUJNOVSKÝ, R., MACÁK, M., STEHLO, P. 2008. *Ochrana biodiverzity Udržateľné a multifunkčné poľnohospodárstvo*. 1. Vyd. Nitra: SPÚ, 2008. 185 s. ISBN 978-80-552-0110-8
18. KOVDA, V.A. 1971. *Biologičeskaja produktivnosť počv*. In *Biol. Počvoved.*, roč. 26, 1971, č. 4, s. 3-12.

19. KRAJC, J., BIELEK, P. 2009. *Dobrý hospodár nezabúda na oševný postup*. archív poľnoinfo 2009 [online] poľnoinfo.sk, aktualizované 2009. [cit 2011-22-04]. Dostupné na: <<http://www.polnoinfo.sk/clanok/885/z-domova/farmarova-nedela/dobry-hospodar-nezabuda-na-osevny-postup/>>
20. KUDRA, S. 1985. *Zemnědělské soustavy*. Praha : SZN, 1985, 720 s.
21. LEHOCKÁ, Z., KLIMEKOVÁ, M., ŽÁK, Š. 2006. *Význam oševného postupu* [online] 2006, č 12, s 28 – 30, [cit. 2011-22-04]. Dostupné na: <<http://www.sasaslovakia.sk/fileadmin/sasa/subory/rebus/publikacie/Vyznam%20osevneho%20postupu.pdf>>
22. MACÁK, M., POSPÍŠIL, R. 2002. *The influence of crop managment practices on giological soil characteristics. In Agroregion 2002. Trvale udržiteľné hospodárení na zemnědělské půde: Sborník příspěvků ze IV. Ročníka medzinárodni konference : České Budejovice 4. – 5.9. 2002. České Budejovice : Jihpčeská univerzita, 2002, p. 29 – 32. ISBN 80-7040-558-9*
23. MALHI, S. S., LEMKE R., WANG Z,H., BALDEV S. 2005. *Tillage, nitrogen and crop residue effect on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions*. Soil Tillage Resaerch, 2005.
24. MARKO, F. 1993. *Ochranné obrábanie pôdy*. Piešťany, VÚRV, 1993, 165 s.
25. MÉGÉON, M. 1996. *Analyse énergetique de systèmes céléalieres. Cas d'exploitations agricoles du Plan de développement durable de Saint-André-de-l'Eure*. Purpan, Paris : Chambre d'agriculture de l' Eure, 1996. 123pp.
26. NEMCEK, T., DUBOIS, D., GAILLARD, G. 2005. *Ökobilanzierung von Anbausystemen im schwezerischen Acker-und Futterbau. Schriftenreihe der FAL*, 2005, 58, 155 pp.
27. NEUMANN, A., SCHMIDTKE, K., RAUBER, R. 2007. *Effects of crop density and tillage system on grain yield and N uptake from soil and atmosphere of sole and intercropped pea and oat. Field Crops Research*, 2007, 100, p.285-293.

28. NOZDROVICKÝ, L. 1994. *Energetická bilancia a pôdne ukazovatele vo vzťahu k rôznym technológiám obrábania pôdy*, In: *Pôdoochranné technológie pestovania rastlín*. Zborník referátov, VÚRV Piešťany, 1994, s. 10-16.
29. PAČUTA, V., POSPIŠIL, R. 2000. *Základy rastlinnej výroby*. Nitra: SPU, 2000, 145 s.
30. POSPIŠIL, R., VILČEK, J. 2000. *Energetická sústava hospodárenia na pôde*. VÚPOP, Bratislava, 108 s., ISBN 80-85316-75-2
31. *Potreba pestovania medziplodín je naliehavejšia ako v nedávnej minulosti* VÚRV Piešťany. 2009 [online] Piešťany : VÚRV, aktualizované 2009. [cit:2011-22-04]. Dostupné na: <<http://www.agroporadenstvo.sk/rv/medziplodiny/medziplodiny.htm>>
32. SMITH, J.L. 1993. *Soil organic mater dynamics and crop residue management*. In: METTING BLAINE, F.: *soil microbial ecology: aplication in Agriculture and Enviromental Management*. 2. vyd. New York: Marcel Deker, 1993. s. 65-94. ISBN 0-8247-8737-4.
33. SOTÁKOVÁ, S. 1982. *Organická hmota a úrodnosť pôdy*. Bratislava: Príroda 1982. 234 s.
34. SZOMBATHOVÁ, N. 2010. *Chemické a fyzikálno-chemické vlastnosti humusových látok pôd ako ukazovateľ antropogénnych zmien v ekosytémoch*. Vedecká monografia. Nitra: SPÚ. 96 s. 2010. ISBN 978-80-552-0329-4.
35. ŠIMANKÝ, V., TOBIAŠOVÁ, E. 2007. *Quantity and quality of soil organic mater with dependence on tillage systems and applied biopreparates in sugar beet farming system*. In *Agriculture*, roč. 53, 2007, č.3, s. 141 – 148.
36. TOBIAŠOVÁ, E. 2001. *Transformácia pozberových zvyškov v rôznych pôdnych typoch*. Dizertačná práca. Nitra: SPÚ, 2001. 115 s.

37. TOBIAŠOVÁ, E., ZAUJEC, A., DEBSKÁ, B. 2005. *Nitrogen crop residue transformation processes*. In *Phytopedon* (Bratislava), roč. 4, 2005, č.1, s. 50 – 56.
38. Význam organickej hmoty FAO. 2005. [online] FAO, aktualizované 2005, cit [2011-22-04]. Dostupné na:  
<<http://www.fao.org/docrep/009/a0100e/a0100e00.htm>>
39. ZAUJEC, A. 2008. *Bilancia pôdneho organického uhlíka v ekologických hospodárstvach*. In *Piate Pôdoznalecké dni (Pôda – národné bohatstvo)* : zborník príspevkov. Silenica : VÚPOP, 2008 s. 351 – 357. ISBN 978-80-89128-49-5.
40. ZAUJEC, A. 2003. *Rastlinné zvyšky a ich rozklad v pôde*. In *Druhé pôdoznalecké dni v SR*. Bratislava: VÚPOP, 2003, s. 81-90. ISBN 80-89128-06-8.