

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



Využití luskoobilných směsek v ekologickém zemědělství

Bakalářská práce

Autor práce: Lenka Hoffmannová

Vedoucí práce: Ing. Perla Kuchtová, Ph.D.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Využití luskoobilních směsek v ekologickém zemědělství" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13.4.2015

Lenka Hoffmannová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Perle Kuchtové Ph.D za odborné vedení a rady, které mi poskytla při psaní této bakalářské práce.

Využití luskoobilních směsek v ekologickém zemědělství

Use of legumes-cereals mixtures in organic farming

Souhrn

Ekologické zemědělství se vyznačuje péčí o celý agroekosystém, která spočívá především ve snaze udržet, případně zlepšit půdní úrodnost, prostřednictvím vhodně volených postupů při pěstování rostlin, bránit erozi a znečištění vod zemědělskou činností. Volba vhodných plodin i jejich střídání v osevních postupech hraje v tomto přírodu šetřícím systému hospodaření nezastupitelnou roli.

V důsledku významného poklesu stavů hospodářských zvířat v ČR došlo k poklesu produkce statkových hnojiv, přispívajících k udržení kvality a množství organické hmoty v půdě. Chybějící živiny i organickou hmotu lze do půdy dodávat zeleným hnojením, převážně pěstováním letních směsek. Většinou se jedná o meziplodiny v podobě luskoobilních směsek, jejichž výhodami jsou, v porovnání s monokulturami, nejen nižší ztráty dusíku, ale i stabilnější výnosy zelené hmoty.

Leguminosy a jejich směsky nejsou ve většině výrobních oblastí ČR pěstovány v dostatečném zastoupení jako hlavní plodiny. Nejméně jich je zařazováno do osevních postupů v řepářské a kukuřičné výrobní oblasti, které jsou silně specializované na pěstování komerčních plodin. V těchto výrobních oblastech, stejně jako všude jinde, mohou luskoobilní směsky přinést velký užitek při zlepšování půdní úrodnosti.

Luskoobilní směsky obohacují půdu o dusík, zlepšují půdní strukturu, potlačují škůdce a plevele a přitom je lze využít mnohostranným způsobem ve všech výrobních oblastech ČR. Jsou zdrojem kvalitního krmiva pro hospodářská zvířata a organické hmoty pro půdu.

Klíčová slova: osevní postup, půdní úrodnost, ekologické zemědělství, luskoobilní směsky

Summary

Organic farming is characterized by taking care of whole agro-ecosystem, which consists in effort to keep or improve soil fertility through choosing appropriate practices for growing plants, preventing erosion and water contamination by agricultural operations. Choosing of suitable crops and their rotating in crop rotation, have irreplaceable role within this nature friendly system.

Due significant quantity decrease of farm animals in the Czech Republic there is consequently decreased production of livestock manures, which contribute to quality and quantity of organic matter in soil. Missing nutrients and organic matter can be supplied to the soil through green manure, especially by growing summer mixtures. Those are mostly intercrops of legumes-cereals mixtures, which show, in comparison to monoculture, not only lower losses of nitrogen from soil, but also more stable yields.

In the Czech Republic legumes or their mixtures are in majority of the production areas not grown much as main crop. Lowest portion of legumes is grown in maize and beet production area, which are rather specialized in growing commercial crops. In these production areas, as well as anywhere else, legumes-cereals mixtures can be great help for improving soil fertility.

Legumes-cereals enrich soil of nitrogen, enhance soil structure, suppress weeds and pests and at the same time they can be used in many different ways. They are source of quality fodder for farm animals and organic matter and if well chosen, they can be grown successfully in most areas of the Czech Republic.

Keywords: crop rotation, soil fertility, organic farming, legumes-cereals mixtures

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce	8
3 Literární rešerše	9
3.1 Ekologické zemědělství, historie, důvody vzniku, základní principy a východiska 9	
3.1.1 Konvenční zemědělství	9
3.1.2 Ekologické zemědělství	9
3.2 Vyvážený osevní postup jako základ udržení půdní úrodnosti a zdraví rostlin 12	
3.2.1 Historie.....	12
3.2.2 Vliv osevního postupu (rotace plodin x monokultura)	13
3.2.3 Rozdělení zemědělských výrobních oblastí ČR.....	14
3.2.4 Specifikace výrobních oblastí dle Kostelanského a kol. (2004)	15
3.2.5 Osevní postupy v závislosti na výrobním zaměření podniku.....	17
3.2.6 Význam půdy.....	20
3.2.7 Význam hnojení	21
3.2.8 Organická hmota v půdě, její význam pro stabilitu agroekosystému	24
3.2.9 Vliv pesticidů a umělých hnojiv na půdní úrodnost.....	26
3.2.10 Význam zeleného hnojení.....	28
3.2.11 Luskoviny a jejich význam v agroekosystému	31
3.2.12 Luskoobilní směsky (LOS).....	35
4 Diskuze	41
5 Závěry a doporučení	43
6 Seznam literatury	45

1 Úvod

Ekologické zemědělství je obor, který si mimo jiné klade za cíl soběstačnost. Rostlinám má být zajištěna výživa z půdního ekosystému a nikoliv hnojením rozpustnými hnojivy, krmiva pro hospodářská zvířata mají přednostně pocházet z farmy, na které jsou chována (Nařízení Rady (ES) 834/2007). Ekologičtí zemědělci musí znát a aplikovat alternativní způsoby, respektive navázat na znalosti, které od pradávna využívali při hospodaření naši předci za současného využívání nových výsledků moderní zemědělské vědy, které již nemusí být intuitivní, nýbrž cílené a konkrétní.

V uzavřeném koloběhu živin ekologických farem vyvstává problém se zásobováním dusíkem, který je důležitým makroprvkem pro všechny živé organismy. V ČR došlo k poklesu stavů hospodářských zvířat a tím snížení produkce statkových hnojiv. Dle Českého statistického úřadu (2015) poklesly stavy skotu v ČR z celkových 3506 tis.ks v roce 1990 na 1373 tis. ks v roce 2014, prasat ze 4 790 tis. ks v roce 1990 na 1 617 tis. ks v roce 2014. Z důvodu zákazu používání průmyslových hnojiv (Nařízení Rady 834/2007) a nedostatečné produkce hnojiv statkových jsou pro ekologické zemědělství důležitým zdrojem dusíku kulturní plodiny z čeledi bobovitých, které dokáží díky symbióze s biologickými fixátory přijímat molekulární dusík ze vzduchu. Luskoobilní směsky tak umožňují dodržování vyváženého osevního postupu především v podnicích bez živočišné produkce (např.: pěstování zeleniny bez chovů zvířat). Jako další zdroje živin slouží kompostovaný hnůj, který může pocházet i z konvenčních chovů (ne však z průmyslových velkochovů), či digestát (kaly).

2 Cíl práce

Cílem práce je, na základě analýzy literárních zdrojů zpracovat studii praktického využití luskoobilních směsek a jejich významu pro systém ekologického hospodaření.

3 Literární rešerše

3.1 Ekologické zemědělství, historie, důvody vzniku, základní principy a východiska

Vznik ekologického zemědělství lze přičíst nežádoucím jevům, které se projevily v důsledku intenzivního konvenčního zemědělství, jehož rozmach začal v období po druhé světové válce a pokračoval až do 80. let dvacátého století. Právě v tomto období prošlo zemědělství v Evropě i jinde velkými změnami. Rodinné farmy a menší podniky přestaly vyhovovat novým vysokým nárokům, jakými byla intenzivní produkce a vysoké výnosy. Ty měly sloužit k zajištění dostatku levných potravin, určených pro domácí spotřebu, ale i k vývozu. Aby bylo možné dosáhnout vytyčených cílů, musela zemědělská půda, která byla do té doby převážně držena v rukou soukromých vlastníků, přejít do vlastnictví velkých družstev a podniků (Šarapatka, Urban a kol., 2006). V podmínkách tehdejšího Československa byl tento přechod spjat s násilným zestátněním půdy (od r. 1948), v praxi též zabavením hospodářských zvířat, zemědělské mechanizace a přinucením sedláků, aby šli pracovat do nově vzniklého družstva jako zaměstnanci. Došlo k úpadku – lidé, kteří byli spjatí s přírodou, ztratili vztah k půdě i chovaným zvířatům, když pracovali v obecním a ne na „svém“. Vznik velkých podniků, byl ale trend i v jiných zemích, kde přitom nedocházelo ke křivdám na majetku.

3.1.1 Konvenční zemědělství

Pro konvenční zemědělství je příznačná závislost na vstupech zvenčí (minerální hnojiva, pesticidy). To mu dává možnost do určité míry ovlivňovat své prostředí a zmírňovat negativní vlivy – např.: plodiny jsou pěstovány na méně vhodných stanovištích, nevhodných stanovištích, či v nevhodném osevním sledu (Procházková a kol., 2001).

3.1.2 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství je šetrný způsob hospodaření, který si klade za cíl na jedné straně: využívání postupů které jsou v souladu s přírodou a potřebami hospodářských rostlin a zvířat a jsou zaměřeny na ochranu životního prostředí, na straně druhé mají poskytovat kvalitní bioprodukty pro spotřebitele (nařízení Rady (ES) č. 834/2007).

Pravidla jsou stanovena platnou legislativou EU - nařízením Rady (ES) č. 834/2007 ze dne 28.06.2007, o ekologické produkci a označování bioproduktů a o zrušení nařízení Rady

(EHS) č. 2092/91 (ve znění pozdějších předpisů) a k nim prováděcí pravidla stanovuje nařízení Komise (ES) č. 889/2008 (ve znění pozdějších předpisů). Dovoz výrobků z třetích zemí je upravován nařízením Komise (ES) č. 1235/2008 ze dne 8. prosince 2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 834/2007, pokud jde o opatření pro dovoz ekologických produktů ze třetích zemí (ve znění pozdějších předpisů).

V ČR dále platí Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. Naposledy byl novelizován v roce 2011 s účinností od 1.1.2012 zákonem č. 344/2011 Sb. Zabývá se správními delikty, registrací EZ, státní kontrolou, certifikací výrobků, označováním bioproduktů).

Dle nařízení Rady (ES) č. 834/2007 platí v ekologickém zemědělství všeobecně závazné principy.

Ekologicky obdělávané plochy v ČR stoupají (graf 1).

Graf 1. Ekologicky obhospodařovaná zemědělská půda v ČR



Zdroj: Mze (2015), upraveno

V rostlinné výrobě jsou to především snaha o udržení a zlepšení půdní úrodnosti prostřednictvím pěstovaných rostlin, zabránění eroze a znečištění vod. Je třeba podporovat půdní ekosystém tak, aby rostliny získávaly živiny skrze něj a ne z rozpustných hnojiv. Toho lze docílit volbou vhodných odrůd, střídáním plodin v osevních postupech, vhodnými pěstitelskými postupy a opětovným používáním organických materiálů. Je žádoucí, aby

ekofarma měla také zvířata a produkovala organická hnojiva pro svoji potřebu (nařízení Rady 834/2007).

Nařízení Rady (834/2007) zakazuje používání geneticky modifikovaných organismů (GMO), či surovin. Výrobky, které obsahují GMO v takovém množství, že by měly být označeny jako GMO produkty, nesmí být označeny jako bioprodukty.

Označování bioproduktů lze logem EU (přednostně) a také logem členského státu, který produkt vyrobil (nařízení Rady 834/2007).

V živočišné výrobě stanovuje nařízení Rady 834/2007 přísné požadavky na způsob chovu hospodářských zvířat. Musí se dbát na Welfare (pohodu) zvířat a uspokojení jejich přirozených potřeb, které se různí podle daného druhu. Zvířata nesmí být trvale uvázána a musí mít umožněn přístup do výběhu, klecové chovy jsou zakázané a samozřejmě je podestýlka (nařízení Rady 834/2007). Zvířatům jsou umožněny přirozené projevy jejich druhu a dostatek prostoru (Anon., 2005) Dle nařízení rady (834/2007) se o zdraví zvířat v EZ pečuje za pomoci prevence, tj. udržováním potřebné hygieny, vhodných podmínek ustájení, dobré péče o zvířata. Kvůli prevenci je důležité dobré udržování pastvin a jejich střídání, a také pozorování jednotlivých zvířat (Dlouhý a Urban, 2011). V případě onemocnění se nejdříve používají homeopatika, pouze pokud to nejde jinak, může veterinář použít konvenční přípravky (antibiotika), ale potom se musí dodržet ochranná lhůta, po kterou produkt z jedince nesmí být konzumován člověkem a která je delší než ochranné lhůty v konvenčním zemědělství (Dlouhý a Urban, 2011).

Obr. 1. Logo EU



Zdroj: Mze (2015)

Obr. 2. Logo ČR



Zdroj: Mze (2015)

3.2 Vyvážený osevní postup jako základ udržení půdní úrodnosti a zdraví rostlin

„Úrodnost půd můžeme definovat např.: jako schopnost půd poskytovat organismům v ní žijícím podmínky k životu a reprodukci.“ (Barták, 2002).

Nejlevnější a navíc dodnes nepřekonanou a nenahraditelnou agrotechnikou k udržení půdní úrodnosti je osevní postup (Procházková a kol., 2011, Purkrábek, Šnobl a kol., 2005). Ten má velký význam v ekologickém zemědělství, protože dokáže zvýšit výnosy v rozmezí 5 – 20 % (Šarapatka, Urban a kol., 2006) ale také v zemědělství konvenčním, kde došlo k omezení používání minerálních hnojiv a pesticidů (Mezulianik a kol., 1995). Je to způsobeno tím, že při omezeném používání pesticidů a minerálních hnojiv se také snižuje možnost kompenzovat negativní vlivy prostředí (Procházková a kol., 2011).

Osevní postupy mají za cíl udržovat rovnováhu v agroekosystému, proto se mají po sobě volit plodiny s co nejodlišnějšími nároky na půdu a živiny (Kvěch a kol., 1985), střídat plodiny hluboce kořenící s mělce kořenícími, širokolisté s úzkolistými apod. (Purkrábek, Šnobl a kol., 2005). Některé plodiny jsou známy tím, že jsou velmi náročné na odběr živin z půdy (pšenice, ječmen a kukuřice), naopak některé jiné – např. luskoviny půdní úrodnost zlepšují. Ty, pokud jsou pěstovány před pšenicí, zvyšují její výnos až o 0,6 – 0,8 t.ha⁻¹ (Lahola a kol., 1990). Je to dáno tím, že mají schopnost biologické fixace atmosférického dusíku a obohacují o něj půdu ve svém okolí (Barták, 2002). Struktura pěstovaných plodin je závislá na tom, kolik vlastních krmiv musí podnik vyprodukovat (Moudrý, 2007). Při sestavování osevního sledu je vhodné brát v úvahu podmínky stanoviště a výrobní zaměření podniku (Šarapatka, Urban a kol., 2006), ale také např. situaci na trhu (Procházková a kol., 2011).

3.2.1 Historie

Nejstarším používaným osevním postupem byl trojhonný úhorový systém – úhor, ozim, jařina, který využíval zlepšovací vliv pícnin na půdu (Kvěch a kol., 1985) a umožňoval tak hospodaření na jednom místě. Předtím se u nás půda k hospodaření získávala žďářením (vypalováním lesů), v čemž lze sledovat paralelu s dnešním masivním kácením deštných pralesů s cílem získávat ornou půdu (Purkrábek, Šnobl a kol., 2005). Velký převrat v zemědělské výrobě však přinesl teprve norfolkský osevní postup ve sledu – jetel, ozim,

okopanina, a jařina, kde přínos spočíval právě v zařazení jetele (Kvěch a kol., 1985) a byl to vůbec první agrotechnický postup, kterým se lidé začali cíleně zlepřovat půdní úrodnost (Kudrna a Kvěch, 1965).

Postupně byly přidáváním dalších plodin vyvinuty postupy pěťihonný, sedmihonný a osmihonný (Kostelanský a kol., 2004).

3.2.2 Vliv osevního postupu (rotace plodin x monokultura)

Už v dávných dobách přišli zemědělci na to, že když se pěstuje jedna plodina po sobě na stejném pozemku, dochází k vyčerpání půdy, ale se zavedením minerálního hnojení se to začalo ignorovat (Kvěch a kol., 1985).

Bylo provedeno mnoho výzkumů, které měly za cíl prozkoumat rozdíly při pěstování plodin ve střídavém osevním sledu a v monokulturách. Dvořák a Smutný (2011) pokusy potvrdili, že porosty pěstované ve střídavém osevním jsou daleko méně zamořeny plevely než monokultury a že pozitivní vliv rotace plodin nemůže být nahrazen ani aplikací pesticidů. Důležitým opatřením, které přispívá ke snížení zaplevelení hlavních plodin, je pěstování meziplodin (Haberle a kol., 2005). Kvěch (1974) uvedl, že osevní postupy v ČR jsou krátké a chudé, což má za negativní důsledek na výskyt škůdců a plevelů. Obzvláště přínosné jsou proto jeteloviny v osevním postupu, neboť působí negativně na některé škůdce a choroby (choroba pat stébel obilnin, háďátko řepné) (Moudrý, 2007). Za „krátké“ označila Procházková (2011) i současné osevní postupy v ČR. Některé plodiny, nebo podobné plodiny se vracejí do osevního postupu v příliš krátké době po sobě. Z výše uvedeného vyplývá, že v ekologickém zemědělství je třeba věnovat sestavení osevního postupu zvláště velkou pozornost.

Čechmánková a kol. (2011) zkoumali, zda má osevní postup vliv na příjem těžkých kovů rostlinami (brukev, slunečnice, tritikale), ale rozdíl oproti monokultuře nebyl neprokázán. Adamiak a kol. (2006) však prokázali, že střídání plodin v osevním postupu u některých plodin zvyšuje podíl huminových kyselin v půdě oproti fulvokyselinám (cukrovka, brambory, žito) a obsah organického uhlíku (hrách, kukuřice, fazol) oproti jejich pěstování v monokulturách. Cukrovka pěstovaná v monokultuře má oproti cukrovce pěstované ve střídavém osevním postupu menší kořen a menší obsah cukru a vyšší ztráty při vzcházení, takže výnos cukru z monokultury může být až o 48,5 % nižší (Rychcik and Zawiřlak, 2002).

Důležitou roli v osevních postupech zastávají meziplodiny (pokud jsou správně zvolené), protože obohacují půdu o organickou hmotu, a zajišťují její pokryv, čímž zabraňují rozvoji plevelů a škůdců (Dvořáček a kol., 2009). Haberle a kol., (2005) uvádí, že většinu meziplodin lze úspěšně pěstovat v rozličných půdních podmínkách kromě příliš lehkých nebo těžkých půd, kterým je zapotřebí zvláště přizpůsobit výběr meziplodiny. Dalšími faktory, které je třeba zohlednit, jsou stanovištní podmínky, především vláha a délka meziporostního období (Vaněk a kol., 2007).

Při sestavování osevního postupu je třeba brát v úvahu předplodinovou hodnotu rostlin, neboť ta nemůže být nahrazena ani kvalitní agrotechnikou (Procházková a kol., 2011). Je známá vysoká předplodinová hodnota leguminos, které zlepšují půdu pro následnou obilninu (Houba a kol., 2009), přičemž jeteloviny mají vyšší zlepšovací potenciál proti luskovinám na zrna (Moudrý, 2007). Kvěch (1974) uvedl, že v konvenčním zemědělství, tam, kde se používaly velké dávky minerálních hnojiv, význam předplodiny sice poklesl, ale ne u náročných plodin, jako jsou např. ozimé obilniny. Je zřejmé, že obzvláště v ekologickém zemědělství význam předplodin stoupá. Kvěch (1974) také upozornil, že při střídání plodin jsou velmi důležité také odrůdy, a to zvláště u obilnin, pokud jsou pěstovány v krátké době po sobě. Krátká doba pěstování po sobě neprospívá ani dalším rostlinám. Ani luskoviny, které jsou velmi potřebné, protože mají schopnost zlepšovat půdu, by se neměly pěstovat dříve než za 4 – 5 let po sobě (Houba a kol., 2009). Různé odrůdy jsou různě náročné na předplodinu a toho lze využít v osevním postupu, popř. je třeba to zohlednit.

Vytrvalé pícniny mají vliv na zlepšení půdní úrodnosti; když jsou po nich pěstovány jednoleté pícniny, výnosy jsou vyšší, než kdyby se mezitím tráva nepěstovala. Pícniny jsou dobrým přerušovačem okopanin, protože narušují životní cykly jejich plevelů, stejně tak i jejich škůdců a nemocí. Lze pak předpokládat, že následně pěstované okopaniny budou zdravější (Čermák a kol., 2004).

3.2.3 Rozdělení zemědělských výrobních oblastí ČR

V ČR jsou velmi různorodé stanovištní podmínky (klimatické podmínky, reliéf, nadmořská výška), proto bylo vytvořeno dělení do výrobních oblastí, díky kterým je možné rozložit vhodným způsobem rostlinnou výrobu, aby byla efektivní (Kostelanský a kol., 2004).

Na základě půdně klimatických podmínek bylo v ČR v roce 1996 stanoveno pět základních výrobních oblastí. Jsou to oblasti kukuřičná, řepařská, obilnářská, bramborářská a píceinářská, a každá z nich je rozdělena do několika podoblastí.

3.2.4 Specifikace výrobních oblastí dle Kostelanského a kol. (2004)

Výrobní oblast v podstatě definuje zemědělské možnosti dané lokality tím, že vymezuje vhodnost k pěstování konkrétních plodin. Pěstování plodin v pro ně příznivé výrobní oblasti, je výhodné kvůli kvalitě i výši výnosů.

Kukuřičná výrobní oblast (K)

Suchá a teplá oblast vhodná pro pěstování teplomilných plodin (teplomilné ovoce a zelenina, kukuřice na zrno, cukrovka). Nadmořská výška zde nepřesahuje 250 m a převládají velmi kvalitní půdy (černozemě, černice, fluvizemě a regozemě), zpravidla hlinité a písčitohlinité. Dělí se dále do pěti podoblastí K1 – K5.

Řepařská výrobní oblast (Ř)

Je to teplá, suchá až mírně vlhká oblast, vhodná pro pěstování cukrovky. Nadmořská výška se pohybuje mezi 250 a 350 m, spíše rovinný profil. Půdy jsou většinou kvalitní černozemě, nebo hnědozemě na spraších, převážně hlinité. Dělí se dále do pěti podoblastí Ř1 – Ř5.

Obilnářská výrobní oblast (O)

Jedná se o přechodovou oblast, která je mírně teplá (ale zasahuje i do chladnějších oblastí), suchá až mírně vlhká, ve které se dají dobře pěstovat obilniny, řepka olejná, luskoviny a krmné plodiny. Nadmořská výška se pohybuje mezi 300 až 600 m. Z půd jsou zastoupeny nejvíce hnědozemě a luvizemě, středně těžké. Dělí se dále do čtyř podoblastí O1 – O5.

Bramborářská výrobní oblast (O)

Jedná se o oblasti s mírně teplým až chladnějším podnebím, mírně vlhké až vlhké a vhodné pro pěstování brambor, ale i lnu a řepky. Nadmořská výška je od 400 do 600 m, terén

může být kopcovitý. Z půd je nevíce zastoupena kambizemě, hlinitopísčítá a písčitohlinitá. Dělí se do čtyř podoblastí B1 – B4.

Pícninářská výrobní oblast (O)

Jedná se o území s nevhodnými klimatickými a půdními podmínkami pro rostlinnou produkci. Terén je svažité až hodně svažité. Na příznivějších stanovištích lze pěstovat brambory a len. Půdy jsou mělké nebo středně hluboké, kamenité, šterkovité, hlinitopísčíté a písčitohlinité, hodně jsou zastoupeny kyselé a pseudoglejové kambizemě a gleje.

Tab. 1. Variantní příklady osevních postupů v jednotlivých výrobních oblastech

Oblast	Kukuřičná		Řepařská	
Varianta	I.	II.	I.	II.
hon	plodina	plodina	plodina	plodina
1	vojtěška	vojtěška	vojtěška	jetel červený (luční)
2	vojtěška	vojtěška	vojtěška	pšenice ozimá
3	vojtěška	pšenice ozimá	pšenice ozimá	ječmen ozimý
4	pšenice ozimá	kukuřice na siláž, cukrovka	cukrovka	řepka ozimá
5	cukrovka	ječmen jarní	ječmen jarní	pšenice ozimá
6	ječmen jarní	hrách, sója, bob, fazol	kukuřice na siláž	hrách
7	kukuřice na zno	pšenice ozimá	pšenice ozimá	rané brambory
8	ječmen s podsevem	kukuřice na zno	ječmen jarní s podsevem	oves s podsevem
Oblast	Obilnářská		Bramborářská	
Varianta	I.	II.	I.	II.
hon	plodina	plodina	plodina	plodina
1	vojtěška	jetel červený (luční)	jetel červený	jetel červený
2	vojtěška	pšenice ozimá	pšenice ozimá	žito ozimé
3	pšenice ozimá	žito ozimé	ječmen ozimý	brambory
4	pšenice ozimá	brambory	brambory	pšenice ozimá
5	cukrovka	ječmen jarní	ječmen jarní	řepka ozimá
6	ječmen jarní	oves	hrách, peluška	pšenice ozimá, žito
7	ječmen jarní	kukuřice na siláž, zelené hnojení krmná řepa	len	krmná řepa, kukuřice
8	cukrovka	ječmen jarní, oves na zeleno	ječmen s podsevem	oves s podsevem
9	ječmen jarní	oves na zeleno		

Zdroj: Komberec, S. 1999, upraveno

Tab. 2. Příklady meziplodin pro jednotlivé výrobní oblasti

výrobní oblast	vhodná meziplodina	nehodná meziplodina
kukuřičná	ředkev olejná, hořčice bílá, svazenka vratičolistá, světlice barvířská, lesknice kanárská, sléz krmný, pohanka, slunečnice	jílky, srha, kostřava a na sušších stanovištích svatojánské žito
řepařská	ředkev olejná, hořčice bílá, svazenka vratičolistá, světlice barvířská, lesknice kanárská, sléz krmný, pohanka, svatojánské žito	kostřava a jílek vytrvalý na sušších stanovištích
bramborářská (nižší)	hořčice bílá, svazenka vratičolistá, ředkev olejná, sléz krmný, svatojánské žito, srha, jílky	slunečnice, světlice barvířská
bramborářská (vyšší)	hořčice bílá, svazenka vratičolistá, sléz krmný, svatojánské žito, jílky	slunečnice, světlice barvířská, lesknice kanárská, pohanka

Zdroj: Haberle a kol., 2005, upraveno

V kukuřičné a sušší řepařské oblasti se dosahuje u strniskových meziplodin jistota výnosů 20 – 40 % (kvůli nedostatku vláhy), ve vlhčí bramborářské oblasti 60 – 80 %. (Dvořáček a kol., 2009).

Setkáváme se i s odlišným rozdělením zemědělských oblastí. Procházková a kol., (2011) používají při dělení do čtyř hlavních skupin, které se pak dále dělí na podoblasti. Jsou to:

- kukuřičná výrobní oblast
- řepařská výrobní oblast (dělí se dále černozemní a hnědozemní)
- bramborářská výrobní oblast
- horská výrobní oblast

3.2.5 Osevní postupy v závislosti na výrobním zaměření podniku

Struktura pěstovaných plodin se vždy odvíjí od rozsahu rostlinné a živočišné výroby (Kvěch, O. 1974). Rozdílné osevní postupy se používají v podnicích s živočišnou výrobou a bez ní. V současné době panuje v ČR nežádoucí trend snížení pěstování leguminos, které by však ideálně ročně měly tvořit až 30 % (Houba a kol., 2009). To se děje v souvislosti s redukcí živočišné výroby. V jiných oblastech světa však zemědělství řeší opačný problém. Dost (2001) uvádí, že drobní farmáři v Pákistánu, kteří vlastní málo půdy a musí ji téměř všechnu využívat pro pěstování obilnin, mají velké obtíže zajistit pro svoje hospodářská zvířata potravu na zimu. V důsledku toho dochází ke snížení produkčního potenciálu těchto

zvířat na 40 – 50 %. Jako významně podpůrné se uplatňuje pěstování strniskových meziplodin přes zimu (především vojtěška, oves, řepka, či jejich směsky), které se suší na příští zimu.

Pro podniky s živočišnou výrobou v ČR je taktéž příznačné pěstování ozimých meziplodin (ozimé žito, vikev huňatá, vikev panonská), které zajišťují první zelenou píci zvířatům (Haberle a kol., 2005).

V tabulce 3 (příklady osevních postupů podniků s chovem skotu) vidíme, že procentuální zastoupení leguminos v ČR je v praxi ve všech výrobních oblastech kromě horské (kde je koncentrován skot) výrazně nižší než 30 %. Je třeba ale zmínit, že toto jsou osevní postupy koncipované pro konvenční zemědělství, které má možnost minerálního hnojení. Podniky ekologického zemědělství by měly používat odpovídající osevní postupy pro ekologické zemědělství.

V tabulkách níže uvádím příklady osevních postupů v podnicích s chovem skotu a bez něj dle Procházkové a kol., (2011). Na příkladu těchto osevních postupů je dobře vidět, že je respektována jak výrobní oblast (struktura plodin pro dané půdně klimatické podmínky), tak i zaměření podniku. Podniky s chovem skotu se snaží zabezpečit kromě tržních plodin k prodeji také výživu pro zvířata. Pro horské oblasti je typický chov skotu, proto zde samostatný osevní postup neuvádím.

Tab. 3. Příklad osevního postupu v podniku s chovem skotu

Oblast							
K1	%	RČ 1	%	B1	%	H1	%
pšenice	30	pšenice	30	pšenice	30	žito, pšenice	25
ječmen	20	ječmen	20	ječmen	20	oves ječmen	25
kukuřice na zrno	10	kukuřice na zrno	10	brambory	10	brambory	15
cukrovka	5	cukrovka	10	ozimá řepka	10	jednoletá pícnina	10
ozimá řepka	10	ozimá řepka	10	mák	5	jetel luční, jetelotráva	20
mák	5	kukuřice na siláž	12	hrách	5	dočasná louka	5
kukuřice na siláž	12	vojtěška	8	kukuřice na siláž	12		
vojtěška	8			jetel luční	8		

Zdroj: Procházková a kol., 2011, upraveno

Tab. 4. Příklad osevního postupu v podniku bez chovu skotu

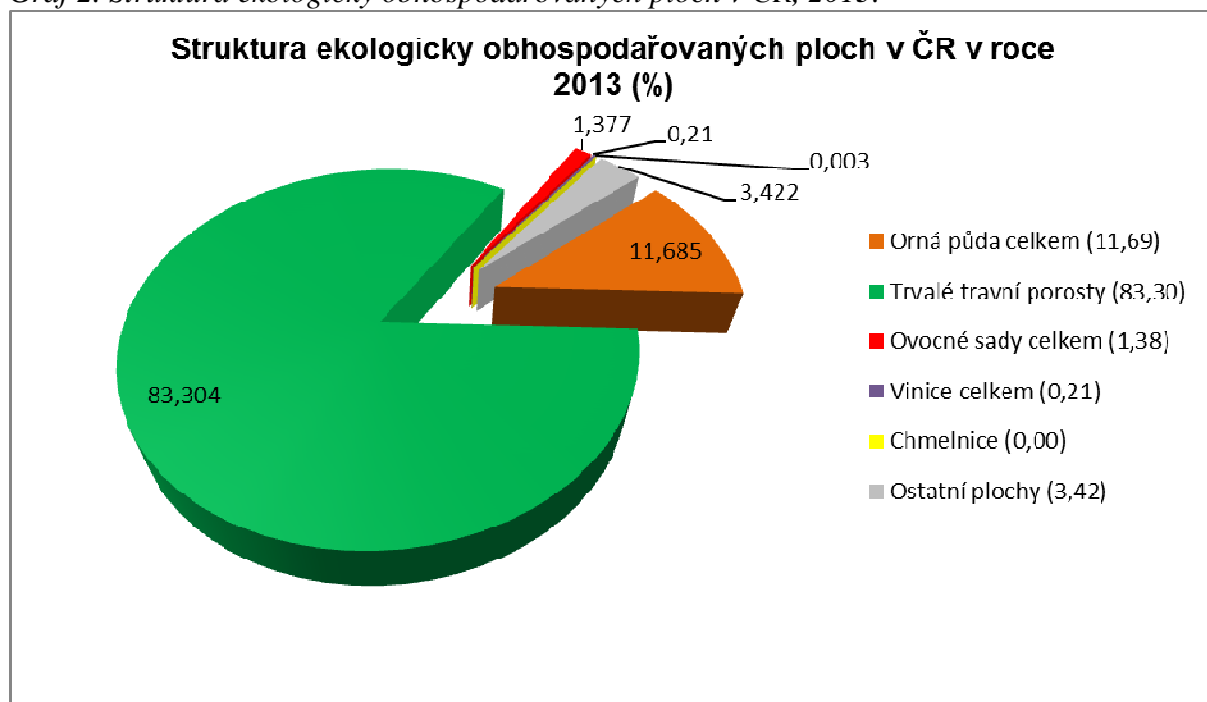
Oblast					
K1	%	RČ 1	%	B1	%
pšenice	25	pšenice	30	pšenice	30
ječmen	25	ječmen	25	ječmen	25
kukuřice na zrno	15	kukuřice na zrno	15	žito, oves	5
cukrovka	5	cukrovka	10	brambory	15
ozimá řepka	15	ozimá řepka	10	ozimá řepka	15
slunečnice	5	mák	5	mák	5
mák	5	hrách	5	hrách	5
hrách	5				

Zdroj: Procházková a kol., 2011, upraveno

Osevní postupy v EZ by měly brát v úvahu výše uvedené skutečnosti a měly by se sestavovat i s ohledem na příslušnou legislativu.

Moudrý (2007) doporučuje při přechodu na EZ začít honem víceleté jeteloviny, která zlepšší půdu co do úrodnosti, tak i potlačení škůdců.

Graf 2. Struktura ekologicky obhospodařovaných ploch v ČR, 2013.



Zdroj: MZe (2015), upraveno

3.2.6 Význam půdy

Podle definice: „Půda je nesvrchnější částí zemské kůry, tvořená směsí minerálních součástí, odumřelé organické hmoty a živých organismů. Je vertikálně členěná, propojená se svým podložím a vzniká ze zvětralin, nebo nezpevněných minerálních a organických sedimentů.“ (Bičík a kol., 2009).

Význam půdy lze považovat právem za nedocenitelný a život na Zemi bez ní si nelze vůbec představit. Jedná se o neobnovitelný přírodní zdroj (Bičík a kol., 2009). Na druhou stranu je to však zároveň zdroj trvale udržitelný, pokud se s ním správně a šetrně nakládá. Poskytuje obživu člověku, živočichům i nižším organismům; je to přirozené stanoviště suchozemských rostlin. Plní mnoho různých funkcí. Mezi ty produkční patří především zemědělství a lesnictví. Neprodukční funkce půdy jsou např. krajínotvorná a rekreační. Je to povrch po kterém chodíme, na kterém si stavíme obydlí, silnice, používáme ji jako materiál apod. Z biologického hlediska je půda prostředím, kde je umístěno obrovské množství živých organismů, neboť obsahuje nespočet hub a bakterií. Jedná se o velmi složitý systém. Prolíná se zde litosféra, atmosféra, hydrosféra i biosféra. Půda se podílí se na koloběhu látek a vody v přírodě a také v sobě zadržuje a rozkládá jedovaté látky (Barták, 2002).

Půda na naší planetě je v současné době ohrožena různými formami degradace (např. utužením, erozí, zasolením, zastavováním, kontaminací cizorodými látkami, snížením nebo ztrátou biologické rozmanitosti), které jsou způsobené působením lidské činnosti, jako jsou intenzivní lesnictví a zemědělství, ale také v důsledku souboru mnoha dalších faktorů, které s sebou přináší negativní působení stále narůstající lidské civilizace. Degradace půdy je mimořádně nežádoucí jev; je velmi snadné a rychlé půdu znehodnotit a zamořit, avšak její obnova je nesrovnatelně pomalejší. 1 cm půdy se tvoří několik staletí (Hladík, 2012). Velká pozornost vědců je proto věnována výzkumu antropogenních černozemí „preta terra de Índio“, které byly před několika tisíci lety vytvořeny indiány v amazonských pralesích, ale technologie výroby je zapomenutá. Podle výzkumů vznikly vmíšením směsi organických (kuchyňské odpady, výkaly) a anorganických látek (keramické střepy, dřevěné uhlí) do neúrodné pralesní půdy a vyznačují se fenomenálními vlastnostmi - dlouhodobé zásobením živinami a úrodností, které přetrvalo až do současnosti v podmínkách deštného pralesa a schopnost rychle se obnovovat (Birk and Glaser, 2012).

Pro členské státy EU byly vytvořeny standardy GAEC, což jsou Standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu (Good Agricultural and Environmental Conditions),

kteří zajišťují ochranu půdy. Standardy GAEC jsou povinni dodržovat všichni zemědělci, kteří pobírají podpory (SAPS), některé podpory Programu rozvoje venkova a některé podpory společné organizace trhu s vínem v rámci systému kontrol podmíněnosti (Gross Compliance). Tyto mezinárodní standardy pokrývají pět hlavních témat – erozi půdy, organické složky půdy, strukturu půdy, minimální úroveň péče a ochrany vody a hospodaření s ní (MŽP ČR, 2009).

3.2.7 Význam hnojení

Je všeobecně známo, že zemědělství je obor, který využívá k výrobě přírodní zdroje. Pěstované rostliny odčerpávají živiny z půdy a ty zabudovávají do biomasy svých těl. Rostliny a produkty z nich jsou následně konzumovány hospodářskými zvířaty, která opět zabudovávají živiny z nich do svých těl, syntetizují bílkoviny apod., odtud získává člověk maso pro svoji konzumaci.

V ČR je v současné době kvůli nedostatečnému hnojení záporná bilance živin, protože nejsou v potřebné míře vráceny zpět (Kolář, L., 1995). Zemědělci by měli o obsahu živin ve svých půdách mít přehled, aby je mohli smysluplně doplňovat (Richter a Kubát, 2003) a taktéž je třeba kontrolovat kvalitu půdy (Friedlová a kol., 2011).

Konvenční zemědělství

V konvenčním zemědělství se k doplňování živin používají jak hnojiva statková (hnůj, močůvka, kejda, sláma, zelené hnojení, komposty), tak hnojiva minerální (průmyslová). Patří se sem dusíkatá, fosforečná, draselná, hořečnatá a vápenatá hnojiva. Používají se také dvousložková pevná či kapalná hnojiva. Jejich spotřeba však od 90. let značně poklesla (Procházková a kol., 2001, Richter a Kubát, 2003), ačkoliv jejich používání má alespoň z krátkodobého hlediska příznivý vliv. Z dlouhodobého pohledu se minerální hnojení ukazuje jako nevhodné. Kromě toho, že vyčerpává přírodní zdroje a musí být vyráběno průmyslově, působí tato hnojiva jednostranně na půdu. Vyšší koncentrace některých prvků způsobují, že rostliny nemohou přijímat prvky jiné – např.: při vysokém obsahu zinku se snižuje příjem železa (Vaněk a kol. 2007). V ČR je minerálními hnojivy aplikováno cca 90 % dusíku a 10% fosforu (Černý a kol., 2010). Vzhledem k potřebám rostlin není takové hnojení úplně adekvátní, proto čerpají potřebné živiny z půdního sorpčního komplexu, který je tím postupně ochuzován (Černý a kol., 2010).

Ekologické zemědělství

V EZ platí zákaz používání průmyslových hnojiv. Žádoucí je, aby provoz ekofarem byl uzavřeným systémem s rostlinnou i živočišnou produkcí. Vyprodukovaná statková hnojiva by měla být zapravena zpět do půdy a tím by se měl udržovat koloběh látek v rámci podniku (nařízení Rady (ES) č. 834/2007). Nehnojí se rostliny, tak jako je tomu zvykem v konvenčním zemědělství, ale půda. Pozornost se v EZ věnuje přísunu prvotní organické hmoty do půdy, kterou v procesu mineralizace rozkládají půdní biota a zásobují tak rostliny živinami.

Statková hnojiva

Jsou to hnojiva vyráběná v zemědělských podnicích, která vznikají jako vedlejší produkt živočišné výroby, nebo jako hnojiva rostlinného původu. Živiny z nich se uvolňují pomalu a pozvolna (především stájová hnojiva). Mají pozitivní vliv na úrodnost půdy, protože dochází ke zlepšení fyzikálních vlastností, účinnějšímu zadržování živin, zlepšení vodního režimu a větší stabilitě pH (Vaněk a kol. (2007).

Chlévský hnůj: Vzniká uzráním chlévské mrvy, která obsahuje exkrementy, podestýlku i znehodnocenou potravu. Zrání hnoje je biologicko – chemický proces (kvašení, hnití a tlení), při kterém se obsažené substance rozkládají a následně kvalitativně mění. Aby se zabránilo nežádoucímu rychlému rozkladu organických látek a tím jejich ztrátám, je třeba minimalizovat přístup vzduchu. Proto se hnůj na hnojišti vrství cca do výšky 3 metrů. Ztrátám je též třeba předcházet zabezpečením hnojiště (zpevnění, ochrana proti dešti a větru) (Vaněk a kol. (2007) Dávka potřebná na 1 ha/rok je cca 9 tun (Richter a kol., 2003). Po aplikaci je třeba hnůj co nejrychleji zaorat (nejpozději však ze zákona do 48 hodin), aby se eliminovala ztráta živin. Uvolňování živin z hnoje je postupné, proto se s ním hnojí do zásoby, na 3-5 let (Vaněk a kol., 2007).

Močůvka: Vzniká se zkvašením moči a jejím smíšením s vodou. Samotná moč by při hnojení rostliny poškodila, proto se nepoužívá (Richter a kol., 2007). Obsahuje hodně dusíku a draslíku a naopak jen nepatrné množství fosforu a organických látek. Je vhodná především k hnojení travních porostů, nebo plodin náročných na dusík či draslík. Nevýhodou pro aplikaci močůvky je sucho a větrno, kdy dochází ke ztrátám živin. Po

aplikaci musí být dle předpisů močůvka zapravena do půdy do 24 hodin. Aplikace močůvky v zimních měsících je zakázána (Vaněk a kol., 2007).

Hnojůvka: Je podobná močůvce, vzniká jako vedlejší produkt na hnojišti a tvoří cca 8 – 20 % produkce hnoje (Vaněk a kol., 2007).

Kejda: Je tvořena tekutými a pevnými výkaly hospodářských zvířat (chovaných bez podestýlky) a voda. Podobně jako u močůvky dochází ke ztrátám živin při aplikaci za suchého a větrného počasí. Po aplikaci musí být dle předpisů zapravena do půdy do 24 hodin. Aplikace kejdy v zimních měsících je zakázána (Vaněk a kol., 2007).

Sláma: Lze ji využívat k hnojení především v podnicích bez živočišné výroby, kde je přebytek slámy. Je dobrým hnojivem, protože dodává do půdy velké množství organických látek. Pro účely hnojení se používá drcená (Vaněk a kol., 2007). Je třeba ji rovnoměrně rozprostřít po poli a zaorat a zaorávat by se měla pokud možno vlhká, aby se dobře rozkládala v půdě. Pokud se příliš nahromadí nerozložená, může se hlavně v sušších oblastech zhoršit stav půdy pro následné plodiny, protože působí jako mechanická překážka (Procházková, 2001).

Kompost: V západní Evropě je každoročně vyrobeno asi 9 milionů tun kompostu, ale potenciál je větší, pokud by byly důsledněji tříděny odpady (van Rijn, 2007).

Zelené hnojení: Je to zaorávání rostlin, vypěstovaných k tomuto účelu. Je vhodné v podnicích bez živočišné výroby. Zelenému hnojení je věnována samostatná kapitola v této bakalářské práci.

Velmi vhodnými hnojivy pro ekologické zemědělství jsou materiály prošlé fermentací, z nichž největší význam zaujímá kompost. Podle Vaňka a kol. (2007) jsou při výrobě kompostu využívány různé organické odpady, minerální složka a popř. přídatná hnojiva.

Kompostování má tři fáze. První (cca. 3 týdny) je hnití a tlení, kdy dochází k velkému rozvoji mikroorganismů a rozkladu vstupních organických látek. V této fázi je kompost zahřátý až na 60 C. Díky vysokým teplotám má první fáze sanitární účinky, kdy dochází k hubení choroboplodných zárodků a je potlačena klíčivost semen plevelů. V druhé fázi dochází k přeměně látek, vznikají humusové látky a kompost hnědne. Třetí fází je syntéza. Kompost zraje (3 – 6 měsíců). Tvorba kvalitních humusových látek.

Složení kompostu:

- a) složka organická: listí, tráva, sláma, piliny, kůra, košťály a natě odstraněné při sklizni zelenin, větve, odpady z ovoce a zeleniny z domácnosti apod.). Je dobré přidat do kompostu statková hnojiva – hnůj, močůvku nebo kejdu (tím jsou do kompostu zaneseny mikroorganismy).
- b) složka minerální: zeminy s dobrou sorpční kapacitou, popř. popel (vzniklý spalováním dřeva).
- c) přídatná hnojiva: hnojiva organického původu – kostní, rohové a krevní moučky, mleté fosfáty, moučky z odpadních hornin.
- d) Směs kompostu a rašeliny dokáže eliminovat některé patogeny v půdě (van Rijn, 2007).

3.2.8 Organická hmota v půdě, její význam pro stabilitu agroekosystému

Půdní organická hmota hraje velmi důležitou roli v zemědělství u orných půd, protože má vliv jak na fyzikální vlastnosti půdy, tak i na činnost organismů v ní žijících. Její množství tedy přímo ovlivňuje půdní úrodnost. Výzkumy prokázaly, že není dobré, když je jí v půdě málo, nebo naopak příliš mnoho (Kubát, 2005). Výhodné tedy je udržovat její optimální množství v půdě. Půdní organická hmota je také nezbytná k tomu, aby byla zajištěna výživa rostlin. Rozumíme jí všechny neživé organické látky v půdě i na jejím povrchu (Procházková a kol., 2011). Do půdy se organická hmota dostává skrze vyšší rostliny (jejich odumřením, opadáváním, výměšky) a z odumřelých těl zoedafonu a mikroedafonu. Postupně dochází k rozkladu na jednoduché látky (mineralizace). Produkty mineralizace slouží k obživě rostlin a půdních organismů a mikroorganismů. Ty se vyskytují v největším počtu v oblasti kořenů rostlin, kde je najdou nejvíc potravy (Barták, 2002).

Rozdělení organických látek v půdě (Richter a Kubát, 2003):

- nehumifikované látky (zatím nerozložené)
- přechodné (meziprodukty mineralizace)
- humifikované látky (složitě org. látky – huminové kyseliny, fulvokyseliny a huminy)

Zemědělská praxe se často potýká se ztrátami organické hmoty z půdy v důsledku vodní a větrné eroze, hnojení nevhodnými průmyslovými i statkovými hnojivy, nedostačujícím

hnojení organickými hnojiv, či takovému zpracování půdy, které ji poškozuje, např.: hluboká orba, zvýšení provzdušnění po rozorání luk a pastvin (Hladík, 2012). V důsledku snížení stavů hospodářských zvířat (skotu, vepřů) poklesla v ČR produkce statkových hnojiv. Zároveň se omezilo hnojení minerálními hnojiv. Toto mělo za následek nižší výnosy některých plodin, především obilovin. Do půd ČR se tak vrací statkovými hnojiv méně živin a zásoba živin v půdách klesá (Kubát, 2005). Úbytek půdní organické hmoty má za následek změnu stavů půdních agregátů; půda je ohrožena utužením a tvorbou půdního škraloupu, je zvýšené riziko eroze a dochází ke snížení potenciálu vsakování vody, či zvýšenému pohybu rizikových prvků v půdě a tím i jejich vstupu do rostlin. Ztrátám organické hmoty lze předcházet zejména tím, že se dostatečně hnojí statkovými hnojiv (hnůj, kompost) a zoráním posklizňových zbytků zpět do půdy (Procházková a kol., 2001). Ministerstvo životního prostředí (2011) doporučuje využívat kompost, který zvyšuje obsah humusu v půdě a zabraňuje erozi. Kompost obsahuje vysoké množství organické hmoty. Erhart (2012) uvádí, že humus pomáhá snižovat erozi při pěstování brambor, ale také může být využíván k ochraně půdy na staveništích, kde je eroze v běžných podmínkách 10 – 20 x vyšší než v zemědělství.

Orba by se měla používat jen v omezené a rozumné míře. Na některých zvláště ohrožených půdách se orba musí omezit úplně (Hladík, 2012). V ČR se tzv. minimalizační technologie, které se vyznačují právě zpracováním půdy menší hloubky a využíváním posklizňových zbytků na poli, využívají v současnosti v hojně míře. Je to i díky rozšíření vhodné zemědělské mechanizace. Je odhadováno, že v ČR je tímto způsobem obhospodařováno až 40 % orné půdy (Dryšlová a kol., 2012) Minimalizační technologie hrají svou roli i v oblasti hospodaření s půdní vláhou. V aridních oblastech se lze setkat s pěstováním vojtěšky namísto orby. (Zkušenost z JAR Vašák, ústní sdělení, 2013)

Z tabulky č. 2 je zřejmé, že při použití minimalizačních technologií, či bezkrevném postupu je množství organické hmoty v půdě vyšší.

Tab. 5. Průměrné hodnoty obsahu půdní organické hmoty (Cox v %) - lokalita Višňové, sledování v letech 2005 – 2010

Varianta pokusu	Hloubka (m)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Průměr
Orba	0 - 0,1	1,48	1,76	1,6	1,59	1,26	1,41	1,51
	0,1 - 0,2	1,29	1,61	1,42	1,36	1,21	1,35	1,37
	0,2 - 0,3	1,21	1,57	1,07	1,11	1,01	1,17	1,19
Průměr		1,33	1,65	1,36	1,35	1,16	1,31	1,36
Mělké zpracování půdy	0 - 0,1	1,48	2,06	1,63	1,65	1,79	1,91	1,75
	0,1 - 0,2	1,52	1,88	1,5	1,38	1,24	1,39	1,49
	0,2 - 0,3	1,24	1,35	1,7	1,33	0,87	1,04	1,26
Průměr		1,41	1,76	1,61	1,45	1,3	1,45	1,5
Nezpracovaná půda	0 - 0,1	1,59	2,36	1,42	2,01	1,66	1,6	1,77
	0,1 - 0,2	1,47	2,19	1,4	1,7	1,27	1,24	1,55
	0,2 - 0,3	1,32	1,65	1,25	1,55	1,07	1,06	1,32
Průměr		1,46	2,07	1,36	1,75	1,34	1,29	1,55

Zdroj: Dryšlová a kol., 2012, upraveno

3.2.9 Vliv pesticidů a umělých hnojiv na půdní úrodnost

V době největšího rozvoje intenzivní zemědělské výroby zejména v druhé polovině dvacátého století bylo jedním z hlavních znaků masivní využívání minerálních hnojiv a pesticidů. Postupem času se začaly ukazovat i negativní stránky tohoto způsobu hospodaření. Jednalo se například o znečištění prostředí z přehnojovaných polí, vznik rezistencí na používané pesticidy a zbytečné ničení užitečných organismů v půdě.

Minerální hnojení

Minerální hnojení bylo v ČR od devadesátých let velmi omezeno a to především kvůli vysoké ceně a negativnímu vlivu na přírodu (nesprávná aplikace, vyplavování – znečištění vod). V minulosti docházelo k přehnojování především dusíkem, které způsobovalo poléhání porostů (Kvěch, O. 1974). Mezulianik a kol. (1995) uvedli, že oproti 80. létům minulého století kleslo hnojení dusíkatými hnojivy u nás více než o jednu třetinu (z 102 Kg . ha⁻¹ v letech 1981 – 85 na 57 Kg . ha⁻¹ v roce 1994). Ještě mnohem drastičtější pokles byl zaznamenán u hnojiv draselných a fosforečných. Současnou úroveň výživy minerálními hnojivy v ČR považují mnozí odborníci za nedostatečnou, protože odběr živin z půdy je větší než návrat živin do půdy (Mezulianik a kol., 1995, Kolář, L., 1995).

Mnozí odborníci jsou zastánci minerálního hnojení (Vaněk, 1995, Kolář, 1995). Poukazují však zároveň na to, že jeho nesprávné, či jednostranné používání má negativní dopad na půdní úrodnost a příjem živin rostlinami. Kolář (1995) uvedl, že nevyvážený poměr

Živin způsobuje tvorbu zdraví nebezpečných, často i karcinogenních látek v rostlinách. Prováděl pokusy s jetelem lučním na hnojených půdách, kde byla převaha draslíku a molybdenu a zjistil, že se v rostlinách tvořil ve vysokém množství fytoestrogen genistein, o kterém je známo, že ho produkují strádající rostliny, které trpí nedostatkem živin, používáním herbicidů, nebo jsou napadeny chorobami. V půdě tedy může být živin hodně, ale pokud jsou v nevhodném vzájemném poměru, nastává podobná situace, jako při jejich nedostatku.

Šimon (2008) zkoumal vliv hnojení chlévským hnojem, minerálními hnojivy (NPK) a kombinací hnoje a minerálních hnojiv, na množství a kvalitu organické hmoty v půdě. Výzkum se uskutečnil v Praze-Ruzyni, kde od roku 1955 probíhají dlouhodobé pokusy – pozemky byly kontinuálně hnojeny výše uvedeným způsobem. Zjistil, že půdy hnojené chlévským hnojem, či kombinací hnoje a minerálních hnojiv vykazovaly oproti nehnojenému pozemku vyšší podíl organické hmoty (ukazatele uhlík a dusík), která byla zároveň kvalitnější. Půdy, které byly hnojené jen minerálními hnojivy, sice vykazovaly oproti nehnojenému pozemku vyšší podíl organického uhlíku, ale kvalitativní zlepšení půdní organické hmoty prokázáno nebylo. Zkoumané ukazatele kvality (bazální respirace mikroorganismů, alifatické sloučeniny, obsah uhlíku v biomase mikroorganismů a obsah uhlíku extrahovatelného horkou vodou) byly srovnatelné s nehnojeným pozemkem. V osevním postupu byla zařazena vojtěška, která zvýšila obsah dusíku u všech tří zkoumaných kombinací, nejvyšší hodnoty dusíku však byly naměřeny na pozemku hnojeném kombinací hnoje a minerálního hnojiva.

Černý a kol. (2010) poměřovali v dlouhodobých pokusech výnosy ozimé pšenice, jarního ječmene a bramborových hlíz, pěstovaných na půdách hnojených organickými hnojivy (chlévkový hnůj, kaly) s výnosy těchto plodin pěstovaných na půdách hnojených minerálními hnojivy. Výnosy byly oproti nehnojenému pozemku nejvyšší v případě použití minerálních hnojiv.

Z výše uvedeného vyplývá, že minerální hnojiva sice mají pozitivní efekt v podobě zvyšování výnosů, nezvyšují však obsah ani kvalitu půdní organické hmoty.

Některá průmyslově vyráběná dusíkatá hnojiva způsobují okyselování půd. Dusíkatá hnojiva (s výjimkou dusičnanu sodného a dusičnanu vápenatého) způsobují pokles PH a v důsledku toho se snižují výnosy plodin. PH půdy proto musí být kontrolováno a v případě potřeby se musí aplikovat vápenec (Čermák a kol., 2004). Dle výzkumů, které prováděl Trávník (1995) jsou okyselováním více postihovány půdy v bramborářské výrobní oblasti, než půdy v řepářské oblasti.

Pesticidy

Pesticidy ovlivňují půdní úrodnost především tím, že likvidují necílové užitečné organismy (žížaly, hmyz), které jsou součástí agroekosystému (Polaszek a kol., 1999), také necílové rostliny (Dlouhý a Urban, 2011) a vznikem rezistencí nežádoucích organismů – plevelů i hmyzu na pesticidy (Bellinger, 1996).

Bellinger (1996) uvádí, že ke vzniku rezistencí vedly dobře účinkující pesticidy, které dokázaly vyhubit většinu (nerezistentní) populace vybraných škůdců. Jedinci, kteří měli ve svých genech rezistenci oproti použité chemikálii rezistenci, však přežili a jejich potomstvo vytvořilo nové rezistentní populace.

Kvěch (1974) uvedl, že rezidua některých herbicidů přetrvávají v půdě do dalšího roku a působí na následné plodiny, čímž v podstatě daný herbicid „diktuje“ osevní postup.

3.2.10 Význam zeleného hnojení

Zelené hnojení je účelné pěstování rostlin (zejména takových, které mají dobrou schopnost tvorby biomasy) a jejich zaorání (Urban a Šarapatka, 2006). Haberle a kol., (2005) uvádí, že nejpříznivější pro půdu je, pokud nadzemní biomasy přibude za jeden den 100 – 200 kg sušiny na hektar. Rostlinný pokryv – živý či odumřelý, vytváří mikroklima, které snižuje rychlost mineralizace organické hmoty v půdě a ta se více hromadí. Zvyšuje se obsahu půdní organické hmoty a omezuje se vyplavování živin, což má pozitivní vliv na úrodnost půdy (Procházková a kol., 2001) a současně se jedná o protierozní opatření (Hladík, 2012).

Zeleným hnojením lze částečně doplnit hnojení statkovými či minerálními hnojivy. Např. hnojení chlévským hnojem lze takto nahradit až z 50 % (Richter a Kubát, 2003). Dříve by se u nás v ČR zelené hnojení řadilo spíše mezi opatření alternativních způsobů hospodaření, ale v dnešní době se v důsledku snížené produkce statkových hnojiv a ekonomické náročnosti minerálních hnojiv uplatňuje i v konvenčním zemědělství.

Zelené hnojení zvyšuje výnosy a kvalitu následně pěstovaných plodin. Kromě samotného hnojení má i funkci pokryvu a tím přispívá k omezení eroze, udržování půdní vlhkosti a potlačování plevelů a škůdců (Florentín et al. 2011, Haberle a kol., 2005, Procházková a kol., 2001), působí jako přerušovač v osevním sledu (Humpálová – Blechtová, 1998, Procházková a kol., 2001).

Hlavní plodina

Není to příliš výhodné (nižší výnosy pro podnik), proto se používá zřídka, většinou jen pokud nelze použít žádná organická hnojiva (Richter a kol. 2003) a lze je také využít jako přerušovače životního cyklu plevelů (Šarapatka a kol., 2006). Časté využití je při znovuobnovování, či při zakládání chmelnic a vinic (Procházková a kol., 2001).

Meziplodina

Podsev – meziplodina se vysévá k hlavní plodině během nebo ke konci vegetace (ozim), nebo současně s ní, popř. až se ujme (jařiny). Není to drahé a většinou se tak zajistí stabilnější výnosy (Richter a Kubát, 2003) a nemusí být kvůli tomu zvlášť připravována půda (Vaněk a kol, 2007). Případné odplevelení pozemku musí předcházet výsevu meziplodiny, pak se už zasáhnout nedá (Šarapatka a kol., 2006). V ČR se pěstují hlavně od středních do vyšších poloh (Haberle a kol., 2005).

Strništní meziplodiny

Vysévají se většinou do podmítky (po sklizené hlavní plodině). Jsou náročnější na délku vegetace než podsevové meziplodiny (Vaněk a kol. 2007). Vegetační doba by měla být nejméně 42 – 56 dní a nezbytný je přísun vláhy cca. 160 – 180 mm, jinak se dosahuje neuspokojivých výnosů (Dvořáček a kol., 2009). Na zelené hnojení se používají převážně letní směsky (Lahola a kol., Procházková a kol., 2001).

Podplodiny

Vysévají se mezi ovocnými stromy či na vinicích a sklízí se mulčováním. Vhodné jsou hořčice, svazenka, LOS, ale i třeba ozimá pšenice nebo žito (Richter a Kubát., 2003).

Tab. 5. Směsky na zelené hnojení

Složení směsky	Výsevek kg.ha ⁻¹
Letní a strništní meziplodiny	
ozimá řepka + hořčice	6 + 5
řepice + hořčice + svazenka	5 + 5 + 2
jílek + řepka	10 + 10
vikev pannonská + svazenka	100 + 6
peluška + vikev setá + hořčice	80 + 60 + 5
Ozimé meziplodiny	
Jílek mn. + vikev h. + jetel inkarnát	20 + 50 + 20
řepka + žito	5 + 120
vikev huňatá + žito	50 + 110
Podsevy	
Jílek mn. + jetel bílý	14 + 9
Jílek mn. + řepka	12 + 8
štírovník + jílek mn.	7 + 22
Směsky pro málo úrodné písčité půdy	
komonice dvouletá	25
jetel inkarnát + jílek mn. + žito	20 + 10 + 30
vikev huňatá + lupina + svazenka	50 + 15 + 40

Zdroj: Šarapatka, Urban a kol. 2006, upraveno

Význam mulčování

Na území ČR především v horských a podhorských oblastech, kde je hodně luk a pastvin vhodných pro extenzivní hospodaření se vedle sečení a spásání uplatňuje mulčování (Fiala a kol., 2007).

Mulčování je nejlevnější pratotechnika, která se používá k udržování travních porostů. Mulčovací stroj seká trávu, rozdrťí ji na malé kousky a sype je zpět na strniště – a to pokud možno rovnoměrně (Gaisler a kol., 2010).

Z důvodu výrazného snížení stavů skotu, který by travní porosty mohl spásat a také kvůli nedostatku pracovních v zemědělství, které by všechny nevyužité travní porosty sklízely, hrozí degradace kulturních travních porostů. Ty jsou přitom právě v horských oblastech důležité, zejména kvůli vodnímu režimu (zadržují velké množství vody, filtrují vodu a zabraňují znečištění vodních toků a pramenů), ochraně půdy (sesuvy, eroze) a udržení biologické rozmanitosti. Kromě toho se v neudržovaných travních porostech množí plevely a působí zanedbaným dojmem. Udržované travní porosty dotváří kulturní ráz krajiny (Fiala, 2007). Gaisler a kol. (2010) prováděli pokusy v Jizerských horách s cílem zhodnotit stav neobhospodařovaných porostů a porostů obhospodařovaných (sečením nebo mulčováním). Ukázalo se, že na porostech, které byly ponechány ladem, nebo se obhospodařovaly jen jednou ročně, byla nižší druhová diverzita, neboť došlo k potlačení některých druhů na úkor

konkurenceschopných plevelů. Na porostech pravidelně obhospodařovaných naopak došlo ke zvýšení druhové diverzity a potlačení plevelů.

Mulčování se využívá i pro širokořádkové plodiny (kukuřice, slunečnice, cukrovka) a v zelinářství a ovocnářství, kdy se jako mulč používá nejen tráva, ale i jiný organický materiál, např. krátce řezaná sláma, hnůj, nebo kompost. Vrstva mulče by měla být asi 3-5 cm vysoká (ne příliš vysoká aby, pod ní nevznikala hniloba. Mulč dodává do půdy živiny, chrání ji a podporuje biodiverzitu. Nevýhodou je, že může vytvářet vhodné stanoviště pro slimáky a hlodavce (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

3.2.11 Luskoviny a jejich význam v agroekosystému

Aby bylo možné dospět k tomu, proč mají luskoobilní směsky výše uvedené kvality, je třeba se věnovat podrobněji bobovitém rostlinám, které vynikají jedinečnými vlastnostmi.

Všechny rostliny, které patří mezi leguminózy (luskoviny a jeteloviny) mají díky svým specifickým vlastnostem schopnost zlepšovat půdu (Houba a kol., 2009).

Jedná se o čeled *Fabaceae*, která náleží k dvouděložným rostlinám, do řádu *Fabales*. Tyto rostliny, jsou známé svojí schopností symbiózy s hlízkovými bakteriemi, které fixují vzdušný dusík (Lahola a kol., 1990). Patří sem některé významné zemědělské plodiny: vojtěška, jetel, hrách, sója, fazol, bob, lupina, vikev a další.

Vysoký obsah atmosférického dusíku mohou fixovat obzvláště kvalitní porosty vojtěšky a jetele. Množství dusíku fixovaného rostlinami není konstantní a liší se u různých zástupců leguminóz.

Přínos leguminóz při zlepšování půdní úrodnosti

Sloučeniny uhlíku uvolněné z kořenů bobovitých rostlin lákají diazotrofní bakterie a vytvářejí jim zdroj energie k fixování vzdušného dusíku (Naher et al. 2011). Procházka a kol. (1998) zjistili, že biologičtí fixátoři, kteří žijí v symbiotickém vztahu s vyššími rostlinami, dokáží ročně fixovat 45 – 400 kg N. ha⁻¹. Na oplátku získávají bobovité rostliny od bakterií dusík a díky tomu mají ve svých orgánech vysoký obsah bílkovin. Biologicky nafixovaný dusík může pokrýt až 80 % spotřeby rostliny. Peoples et al. (2008) uveřejnili, že v nadzemní biomase fazolu obecného je ročně fixováno v celosvětovém průměru 48 kg N. ha⁻¹, v hrachu setém 130 kg N. ha⁻¹, sóji luštinaté 119 kg N. ha⁻¹ a čočce kuchyňské 82 kg N. ha⁻¹. Zároveň upozornili, že celkové množství je zřejmě mnohem vyšší vzhledem k tomu, že velká část dusíku je vázána v kořenech a hlízkách. Procházka a kol. (1998) oproti tomu uveřejnili čísla

poněkud vyšší. Šimon a Mikanová (2009) uvádějí, že každoročně je celosvětově biologicky fixováno až 175 milionů tun dusíku, což je asi čtyřnásobek ročně vyrobených průmyslových hnojiv.

Tab. 6. Zástupci rodu *Rhizobium* žijící v symbióze s bobovitými rostlinami

Rostliny	Druhy rodu <i>Rhizobium</i>	Množství fixovaného dusíku (kg/ha/rok)
jetel	<i>Rhizobium trifolii</i>	45 - 340
fazol	<i>Rhizobium phaseoli</i>	63 - 340
čočka	<i>Rhizobium leguminosarum</i>	88 - 114
hrách	<i>Rhizobium leguminosarum</i>	52 - 77
vlčí bob	<i>Rhizobium lupini</i>	142 - 203
vojtěška	<i>Rhizobium meliloti</i>	90 - 340

Zdroj: Procházka a kol. (1998), upraveno

(Barták, 2002) uvádí, že množství dusíku vázaného v hlízkách a podzemních částech rostlin není dostatečně významné z hlediska hnojení. Většina dusíku se totiž nachází v nadzemní biomase a je z pole odebrána při sklizni. Pokud tedy chceme využít nafixovaný dusík v leguminózách využít k hnojení, musíme celé rostliny nechat na poli jako tzv. zelené hnojení. Posklizňové zbytky a kořeny rostlin, či celé rostliny podléhají postupnému pomalému rozkladu půdními mikroby v procesu mineralizace, při kterém vznikají rostlinám přístupné minerální formy dusíku (NH_4^+ a NO_3^-). Půdní mikroorganismy naopak vážou minerální dusík do hmoty svých těl a tím jej imobilizují.

Pro bobovité rostliny je typický silně vyvinutý kořenový systém, který sahá do hloubky 30 – 150 cm. Kořínky tedy pronikají i do hlubších vrstev ornice, kde po jejich odumření dochází k čilejšímu provzdušňování a také k vydatnějšímu prosakování vody. Tento proces výrazně přispívá ke zlepšení fyzikální strukturu půdy a zabraňuje nežádoucímu jevu utužení půdy (Dvořáček a kol., 2009, Lahola a kol., 1990). Kořeny rostlin rozrušují půdu na drobnější agregáty (drobty) a po jejich odumření se z nich vytvářejí humusové látky, které agregáty zpevňují (Kvěch, 1985).

Pokusy VŠÚTPL Šumperk prokázaly, že luskoviny mohou biologicky fixovaný a průmyslový dusík různě alokovat ve svých orgánech. V semenech luskovin byly naměřeny vyšší hodnoty biologického dusíku, zatímco ve slámě se víc uplatnil ten z minerálních hnojiv (Lahola a kol., 1990). Pokus byl uskutečněn za pomoci dusíkatých hnojiv, která obsahovala izotop ^{15}N na hrachu, bobu, fazoli a sóji. Následně bylo naměřeno, že se u všech uvedených plodin dusík ^{15}N vždy ve vyšším množství nacházel ve slámě.

Při pěstování leguminóz není příznivé, aby v půdě byla vysoká koncentrace snadno přístupných forem dusíku (např. z průmyslového hnojení), protože leguminózy kvůli tomu omezují žádoucí symbiózu s hlízkovými bakteriemi. To není příznivé ani pro symbiotické mikroorganismy, které pak mohou z tohoto důvodu začít fakultativně parazitovat. Při vyšších koncentracích snadno přístupného dusíku se také dobře daří konkurenčním rostlinám, které vytlačují bobovité. Ty se mohou opětovně probíjet, až když je snadno přístupný dusík v půdě vyčerpán (Barták, 2002).

Podle Fornary (2011) je leguminózami čerpaný dusík v půdní organické hmotě efektivněji imobilizován než dusík, který pochází z umělých hnojiv.

Fixace vzdušného dusíku

Fixace vzdušného dusíku (N₂) je energeticky náročný proces, kterého jsou schopny výhradně jen prokaryotní organismy. Fixace se odehrává se za běžného tlaku, ideální pro činnost bakterií je teplota je cca 20 – 24 C a rozmezí pH 6,5 – 7,5 (Lahola a kol. 1990). Patří sem některé rody ze skupin Azotobacteriaceae (např. *Azotobacter*, *Azotococcus*), které se vyskytují na listech a kořenech), Rhizobiaceae (v nodulách rostlin z čeledi Fabaceae), Bacillaceae (*Clostridium* v exkrementech přežvýkavců), Enterobacteriaceae (ve střevech, na listech), Spirillaceae či některé Cyanobakterie (např. sinice rodu *Nostoc*) aj. (Barták, 2002, Lahola a kol., 1990).

Fixace vzdušného dusíku je umožněna přítomností enzymového komplexu nitrogenázy, který si tyto organismy syntetizují. Nitrogenáza redukuje dusík na amoniak a ten je hned poté využit k výrobě aminokyselin v rostlině (Barták, 2002).

Rod *Rhizobium*

Bakterie rodu *Rhizobium* tvoří symbiózu s bobovitými rostlinami tak, že vytvářejí na jejich kořenech hlízky (tzv. nodula) ve kterých žijí. Kromě hlízek vznikají působením bakterií také speciální pletiva, kterými se vyměňují produkty vznikající při fotosyntéze za vzniklé dusíkaté látky jako asparagin (Barták, 2002). Pro úspěšně fungující symbiózu je kromě samotné přítomnosti a počtu bakterií důležitý také stav kořenového systému rostliny. Ten by měl být dobře vyvinutý (Lahola a kol., 1990).

Rhizobia dokáží žít i volně, avšak nejlépe se jim daří právě v symbióze s kořeny hostitelských rostlin, kde dokáží vytvářet veliké populace. Pokud tito fixátoři žijí volně v půdě, pak strádají a jejich populace většinou rychle klesá (Peoples at al., 2009) Volně žijící

fixátoři nafixují asi jen 5 kg N. ha⁻¹ ročně (Vaněk a kol., 2007). Velikost populace rhizobií je závislá na fyzikálních faktorech jako je teplota půdy, PH, vlhkosti a obsah živin, především dusíku (Šimon a Mikanová, 2009). Vysoká biologická fixace leguminózami nastává v případě, že je přístupného minerálního dusíku v půdě nedostatek. V opačném případě fixace klesá.

Symbióza hlízkovitých bakterií rodu *Rhizobium* se zástupci leguminóz se v zemědělství řadí k těm nejvýznamnějším.

Obr. 3. Kořenové hlízkky



Zdroj: <<http://www.sciencephoto.com/media/82184/view>>

Hauggard et al. (2006a) zkoumali, vliv hnojení na výnosy dusíku u luskovin. Zkoumané porosty hnojili nízkými dávkami dusíku, nebo vůbec. Zjistili, že při jejich pěstování v monokultuře byly u hnojených porostů mnohem nižší výnosy dusíku, než u těch nehnojených. Oproti tomu zjistili, že hnojené i nehnojené směsky luskovin s obilninami vykazovaly podobné výnosy dusíku.

Tab. 7. Fixace dusíku (g.m⁻²) bobovitými rostlinami v monokultuře a ve směsce

Plodina	Hnojení	
	0 g.m ⁻²	5 g.m ⁻²
hrách setý monokultura	22,6	13,2
lupina modrá monokultura	10,3	4,5
hrách setý + ječmen setý	18,5	17,1
lupina modrá + ječmen setý	4,8	6,9

Zdroj: Hauggard et al. (2006a), upraveno

Význam leguminóz při zásobování půdy fosforem

Je známo, že někteří zástupci půdní mikroflory a mezi nimi i rod *Rhizobium* dokáží transformovat nerozpustné formy fosforu na rozpustné formy přístupné rostlinám. Lahola a kol. (1990) uvádí, že pokusy bylo zjištěno, že luskoviny přijímají až 15,5 Kg P. ha⁻¹ z hlubokých vrstev ornice, kam kořeny ostatních rostlin nedosáhnou. Toto se odráží při pěstování leguminóz pěstovaných v monokultuře i ve směsce.

Betencourt et al. (2010) zjistili, že ve fosforem nehojené půdě v rhizosféře leguminóz stoupala koncentrace přijatelného fosforu a stejně tak i v jejich směsce s pšenicí, zatímco v rhizosféře u monokultury pšenice nic takového pozorováno nebylo.

3.2.12 Luskoobilní směsky (LOS)

Pokud jsou dvě, nebo více plodin pěstovány v kombinaci ve stejnou dobu na jednom poli, mluvíme o směsi (Kvěch, 1985). Ideální směska musí splňovat určitá kritéria. Obě plodiny by měly mít přibližně stejnou dobu setí a při společné sklizni poskytovat maximální výnos. Zároveň by měly být schopné obývat rozdílné ekologické niky (Eskandari et al., 2009).

Hauggard-Nielsen et al., (2006b) uvádí, že silná soutěživost mezi jednotlivými komponentami směsky je žádoucí, protože přispívá k potlačování plevelů. Z toho lze vyvodit, že si rostliny ve směsce ideálně mají konkurovat, zároveň však musí být schopné využívat různé niky, aby v dané směsce dokázaly dobře prosperovat (v případě LOS se jedná o kombinaci hluboce kořenící versus mělce kořenící plodiny).

Podobně jako v přírodě se také při pěstování směsek v organickém zemědělství uplatňují ekologické vztahy a regulační mechanismy, jako jsou biologická rozmanitost a kompetice (Hauggard – Nielsen et al., 2006b). Směsky působí rovněž výborně na přerušování životního cyklu plevelů (Moudrý, 2007). V ekosystémech s vyšším druhovým zastoupením obecně platí, že se zde lépe využívají živiny (Tilman at al., 2002) a totéž se dá předpokládat i v případě LOS.

V EU, která do své zemědělské politiky začlenila ekologické zemědělství, vznikla potřeba zvýšit znalosti o možnostech a přínosech LOS. Ty jsou EU považovány za zdroj rostlinných bílkovin, redukce chorob a plevelů a prostředek ke zvýšení agrobiodiverzity (Anon., 2005). V letech 2003 – 2005 probíhal v šesti evropských zemích projekt INTERCROP, kterého se zúčastnilo téměř sto ekologických farem. Kromě polních pokusů,

kteře provedli vědci, spočíval přínos projektu také v tom, že se ekologickým zemědělcům dostalo mnoho kvalitních rad a doporučení (Anon., 2005).

LOS jsou směsky rostlin ze dvou různých čeledí – bobovitých a lipnicovitých.

Luskoviny jsou dvouděložné rostliny. U nás se nás pěstují ty, které patří do čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Hospodářsky jsou nejvíce významné rody *Pisum* (hrách), *Faba* (bob), *Vicia* (vikev), *Lens* (čočka), *Phaseolus* (fazol), *Glycine* (sója) a *Lupinus* (lupina).

Luskoviny byly v různých částech světa pěstovány už ve starověku. Fazol byl pěstován v Americe, sója a podzemnice olejná v Číně, hrách, bob, cizrna a čočka ve starověké Evropě Římany. Římané také pěstovali vikev huňatou a vikev setou na zelené hnojení. (Hruška, 1956).

V Evropě se fazol začal pěstovat až po objevení Ameriky, sója a podzemnice olejná se v Evropě začaly pěstovat počátkem devatenáctého století (Hruška, 1956).

Luskoviny mají vysoký obsah bílkovin, které jsou nejvíce obsaženy v semenech, ale také v listech a v lodyze. Díky vysokému obsahu bílkovin zaujímají luskoviny zvláštní postavení ve výživě člověka i hospodářských zvířat (Lahola a kol., 1990).

Obilniny patří mezi jednoděložné rostliny, do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Jsou to kulturní trávy. Hospodářsky nejvýznamnější rody jsou zejména *Triticum* (pšeniče), *Oryza* (rýže), *Zea* (kukuřice), *Hordeum* (ječmen), *Avena* (oves) a *Secale* (žito),

Obiloviny jsou člověkem pěstovány už od pravěku. Patří mezi hospodářsky nejvyužívanější plodiny. Poskytují potravu člověku i hospodářským zvířatům. Vyznačují se vysokým obsahem polysacharidů (škrob), proto jsou považovány za energetické plodiny. Vyrábí se z nich mouky, či se konzumují celá semena, také se používají k výrobě lihu a škrobu. Hospodářská zvířata zužitkují především otruby, plevy, šrot, stelivo a slámu (Novák a Skalický, 2009).

Výhody LOS

Přínos luskovin pro obilniny ve směsce spočívá jednoznačně v zásobování dusíkem (Hauggard-Nielsen et al., 2006b). Obohacují jím půdu díky činnosti hlízkových bakterií na svých kořenech. Tím může zcela odpadnout, nebo se alespoň zásadně omezit z ekologického i ekonomického hlediska nežádoucí průmyslové hnojení. Hauggard-Nielsen et al. (2006a) uvedli, že směsky obilnin a legumióz jsou velice efektivní ve využívání dusíku. Obilnina využívá minerální N z půdy, zatímco biologicky N fixovaný leguminózou taktéž vstupuje do půdního prostředí rostlin.

Přínos obilovin pro luskoviny je také dobře prokazatelný. Je to například pozitivní vliv obilnin na výnos luskovin. Ty totiž v prvních fázích růstu pomaleji rozvíjejí své nadzemní orgány a kvůli tomu vykazují slabší konkurenceschopnost vůči plevelům (Kvěch, 1974). V důsledku toho jsou jejich výnosy při pěstování v monokultuře nestabilní (Houba a kol., 2009).

Obilniny ve směsce pomáhají omezit také běžný problém při pěstování leguminos v monokultuře, kde kvůli řídkému porostu běžně dochází k vyplavování dusíku z půdy a tedy k jeho ztrátám. Oproti monokulturám luskovin dochází ve směskách ke snížení vyplavování dusíku na podzim a zajišťují větší a stabilnější výnosy (Hladík, 2012). Obiloviny ve směsce svým větším pokryvem půdy také pomáhají zlepšit další podmínky pro luskoviny, které mají běžně vyšší nároky na půdu a půdní vláhu a také špatně snášejí utužení (Houba a kol., 2009)

Hauggaard – Nielsen et al. (2006b) provedli polní pokusy, na základě kterých dospěli k názoru, že LOS umožňují doplňování dusíku mezi jednotlivými komponentami směsky, aniž by to ovlivnilo jeho celkový výnos. Zjistili, že výnos N byl sice ve směsce nižší než při pěstování luskoviny v monokultuře, ale to bylo způsobeno tím, že ve směsi byla obilnina, která v monokultuře dává mnohem nižší výnosy N.

Tab. 8. Výnosy N v zrna (g N m⁻²) v monokultuře a ve směskách s dvěma různými poměry. Výzkum z let 2003-2005, uskutečněný v pěti státech.

plodina	země					průměr
	DK	UK	FR	DE	IT	
hrách100	6,7	8,3	9,1	14,1	15,7	10,8
ječmen100	4,1	3,0	4,8	4,6	6,5	4,6
hrách100ječmen50	6,4	8,5	8,8	11,3	14,2	9,9
hrách50ječmen50	6,8	7,1	7,4	10,4	12,1	8,7

Zdroj: Hauggaard – Nielsen et al. (2006b), upraveno

Příklady využití LOS

Luskoviny se vyznačují vysokým obsahem stravitelných dusíkatých látek. Směsky luskovin s glycidovými píceňinami (v záměrně vytvořené kombinaci) jsou důležitou součástí krmiv pro živočišnou výrobu (Lahola a kol., 1990). LOS se využívají také na zelené hnojení, či jako pokryv, která zabraňuje erozi.

LOS mohou být velkým přínosem v klimaticky limitovaných oblastech s krátkou vegetační dobou a nedostatkem orné půdy. V neúrodných oblastech severního Pákistánu proběhly pokusy, kterých se zúčastnilo cca. 4000 místních farmářů. Cílem byla snaha o efektivnější využití orné půdy, mimo jiné i zavedením pěstování LOS. Místní farmáři nebyli

totiž schopni kvůli krátké vegetační době a nedostatku orné půdy vypěstovat dostatek krmiva pro hospodářská zvířata. Ta jsou v daném regionu v zimních a časných jarních měsících na krmení od lidí závislá a tak trpěla podvýživou. Směsky umožňují farmářům zlepšit kvalitu krmiva a umožňují pěstovat píce a zrno zároveň (Dost, 2001).

Tab. 9. Výnosy N v zrnu v t/ha, Pákistán

	Výnos t/ha		
	zrno	zelené krmení	sušina
pšenice	6,00	-	7,33
pšenice + vojtěška	5,70	65,00	18,55
vojtěška	-	90,00	22,00
vojtěška + kukuřice	5,00	60,00	30,00
kukuřice	4,00	40,00	24,00

Zdroj: Dost (2001), upraveno

LOS na zrno

Jedná se zejména o jarní směsky, které jsou často tvořeny ovsem ve směsce s hrachem, peluškou nebo vikví a slouží k produkci semen luskovin. Již jsem uvedla, že luskoviny jsou náchylné k poléhání. Kvěch (1974), uvádí, že ve směskách pěstovaných na zrno, kvůli tomu nesmí být podíl luskoviny ve směsce příliš velký, jinak by hrozilo polehnutí. Z toho důvodu se charakter směsek pěstovaných na zrno blíží charakteru obilniny a může mít na půdu mírně zhoršující účinek. V osevním postupu jsou zařazovány zejména po obilninách, a na méně úrodných půdách po okopaninách (Kvěch, 1974).

LOS na zelenou hmotu

V těchto směskách tvoří vyšší podíl luskoviny a toho důvodu mají na půdu výrazně zlepšující účinky. Jsou to husté porosty, vytvářející dobré zastínění půdy a zabraňují jejímu vysychání. Také zásobují půdu dusíkem a vzhledem k rané sklizni zabraňují vysemenění plevelů. Kvěch (1974), řadí tyto směsky k vysoce odplevelujícím plodinám. V osevním postupu se zařazují jako předplodina pro ozimou řepku a ozimé obilniny.

Na celém světě jsou pěstovány různé luskoobilninové směsky, dle vhodnosti klimatických podmínek.

V ČR se nejvíce pěstují směsky hrachu (pelušky) s ječmenem a pšenicí, v chladnějších oblastech pak s ovsem, směsky ozimých vikví s ozimými obilninami, a směsky kukuřice a bobu (Lahola a kol., 1990, Procházková, 2011).

V ČR je nejvíce pěstovanou luskovinou hrách, který se pěstuje se na zrno i na zelenou hmotu (Houba a kol., 2009). Jeho směsky s obilninami jsou velmi vhodnou do evropských klimatických podmínek, kde jsou běžně pěstovány.

Bylo zrealizováno mnoho výzkumů směsek hrachu s obilninami. Hauggaard – Nielsen and Jensen, (2001) a Hauggaard – Nielsen et al. (2006a) zkoumali směsku hrách – ječmen a uvádí, že ječmen je soupeřivější než hrách, co se odběru půdního minerálního dusíku týče a ho nutí ke zvýšené fixaci vzdušného dusíku. Ječmen je tedy dominantnější složkou této směsi a do určité míry je to žádoucí efekt. Existují ovšem výjimky. Při sestavování do směsí je třeba si uvědomit, že kultivary vyšlechtěné pro pěstování v monokultuře se budou ve směsi chovat jinak než obvykle. Hauggaard – Nielsen a Jensen (2001) při svých pokusech zjistili, že některé kultivary hrachu jsou ječmenem silně znevýhodňovány, ale objevil se i jeden opačný případ, kdy se prokázalo, že kultivar hrachu Salome naopak potlačoval ječmen. Huňady (2010) však prováděl pokusy s kultivarem hrachu Bohatýr a ječmenu Pribina v poměru 60 : 40 a ukázalo se, že tato směska měla vysoký výnos sušiny zelené hmoty (7,8 t/ha), což je jen nepatrně nižší než měl samotný hrách (8,1t/ha). Výnos směsky byl přitom dvojnásobně vyšší, než výnos samotného ječmene. Výnosy další sledované směsky – hrách-pšenice (Bohatýr_Sirael) byly v průměru o 6% nižší než výše zmíněné směsky hrách-ječmen.

Haugard – Nielsen et al. (2006a) provedli polní pokusy s jarním ječmenem, hrachem a lupinou, které pěstovali ve směskách hrách – ječmen, lupina – ječmen a pro kontrast v monokulturách. Z uvedeného pokusu vyplynulo, že obsah fixovaného dusíku byl ve směskách vyšší než v monokultuře ječmene, na druhou stranu ale nižší než v monokulturách hrachu a lupiny. Zároveň nebyl výnos směsek ovlivněn hnojením, tak jako tomu bylo u porostu jarního ječmene.

Neuman et al. (2007) zkoumali, zda má způsob zpracování půdy (orba nebo rotační brány) vliv na pěstování směsky hrachu s ovsem. Zjistili, že ve výnosech a odběru dusíku z půdy nebyl téměř žádný rozdíl oproti monokultuře, ale orba způsobila u hrachu větší soupeřivost a také fixoval více molekulárního dusíku ze vzduchu. Zároveň zjistili, že obě plodiny ve směsce měly v zrnu více dusíku, než kolik měly při pěstování v monokultuře.

V našich podmínkách se dají také dobře pěstovat směsky lupiny. Její pěstování není u nás však zatím příliš zažité, protože v minulosti nebyly k dispozici odrůdy s nízkým obsahem alkaloidů, které by bylo možné zkrmovat hospodářským zvířatům. Od devadesátých let se

používají vyšlechtěné odrůdy, které jsou sladké a neobsahují alkaloidy (Houba a kol., 2009, Hýbl a kol., 2011). Pěstování lupiny či jejích směsek je žádoucí pro krmivářskou základnu, protože lupina vyniká v obsahu dusíkatých látek a bývá srovnávána se sójou. Zvláště vhodné je pěstování lupiny na lehkých písčitých půdách, chudých na vápno, které díky svým kořenům prohlubuje a obohacuje (Hýbl a kol., 2011).

Tab. 10. Příklady luskoobilních směsek

Účel	LOS	Složení směsky	Vegetační období
Hlavní plodina	jarní	Oves/Peluška	v hlavním vegetačním období
		Vikev setá/Oves	
		Vikev setá/Peluška/Oves	
		Peluška/bob/Oves	
		Vikev panonská/ Oves	
	Vikev huňatá/Oves		
	letní	Kukuřice/ Bob obecný	
		Kukuřice/ Peluška/ Bob obecný	
Kukuřice/ Slunečnice/ Peluška/ Bob			
		Čirok/ Bob/ Peluška	
Meziplodina	ozimé	Vikev huňatá/ Žito	v meziporostním období (podzim a jaro)
		Vikev huňatá/ Ozimá pšenice	
		Vikev panonská/ Žito	
	strniskové	Kukuřice/ Bob/ Peluška	v letním období a na podzim
		Slunečnice/Bob/ Peluška	
		Kukuřice/ Peluška	

Zdroj: Lahola a kol., (1990), upraveno

4 Diskuze

V ČR došlo od devadesátých let k významnému poklesu stavu hospodářských zvířat (ČSÚ, 2015). V důsledku toho poklesla i produkce statkových hnojiv (Mezulianik a kol., 1995, Procházková a kol., 2001). Chlévský hnůj je přitom významným zdrojem pomalu rozložitelných živin (Vaněk a kol., 2007) a přispívá k udržování kvality a množství organické hmoty v půdě (Procházková a kol., 2001, Šimon, 2008). Je proto nutné doplňovat živiny do půdy z jiných zdrojů.

Dalšími zdroji organické hmoty jsou rostliny pěstované na zelené hnojení, mulč, posklizňové zbytky rostlin a kompost (Geisler a kol., 2010, Fiala, 2007, Procházková a kol., 2001, Richter a Kubát, 2003, Šarapatka a kol., 2006). Na zelené hnojení se pěstují převážně letní směsky, zatímco ty zimní slouží především jako zdroj časně zelené píce pro hospodářská zvířata (Lahola a kol., 1990). Zde všude se uplatňují LOS, většinou se však nejedná o hlavní plodinu, ale meziplodinu (Šarapatka a kol., 2006).

Luskoviny zpřístupňují molekulární dusík ze vzduchu (Barták, 2002) a díky svému hlubokému kořenovému systému zpřístupňují živiny dalším rostlinám (Dvořáček a kol., 2009). Obilniny naproti tomu, podle Haaugard – Nielsen et al. (2006b) vyvažují negativa pěstování luskovin, především nestabilní výnosy a zaplevelení.

Osevní postupy v ČR však ani zdaleka neobsahují takový podíl leguminos, jaký je třeba. Houba a kol., (2009) uvádí, že leguminosy by měly tvořit ročně až 30 % pěstovaných plodin, jak v ekologickém, tak i v konvenčním zemědělství. Moudrý (2007) upozorňuje, že v ekologickém zemědělství by podíl leguminos neměl nikdy klesnout pod 25 %.

Lahola a kol. (1990) uvádí, že je možné pěstovat meziplodiny dvakrát ročně – často se jedná právě o směsky na zelené hnojení nebo zelenou píci. Je však třeba brát v úvahu, že luskoviny se kvůli půdní únavě nemají pěstovat po sobě dříve než za čtyři roky (Kvěch, 1985) a z toho vyplývají určitá omezení. V osevním sledu je třeba volit nejen různé druhy, ale také různé odrůdy (Houba a kol., 2009). Kvěch (1974) uvedl, že osevní postup se odvíjí od rozsahu rostlinné a živočišné výroby a že to, kolik leguminos či jejich směsek se pěstuje, závisí na rozsahu rostlinné výroby a počtu hospodářských zvířat v podniku. Toto potvrzuje i Procházková a kol. (2011). Na příkladech jí uvedených osevních postupů vidíme, že se v ČR pěstuje adekvátní podíl leguminos jen v horské oblasti, kde je vysoká koncentrace skotu. Naproti tomu v kukuřičné a řepařské oblasti se pěstuje cca jen 8 % leguminos. Z toho důvodu je účelné zařazovat luskoobilní směsky jako meziplodiny (Šarapatka a kol., 2006). Pěstování

luskovin a obilnin ve směskách je výhodné v mnoha oblastech. Jejich velký přínos spočívá v dobrých výnosech obou plodin (Huňady, 2010), obohacení půdy o dusík a fosfor (Barták, 2002, Lahola a kol., 1990), zamezení chorobám a škůdcům (Hauggard – Nielsen et al., 2006b). Luskoobilninové směsky jsou také vhodným krmivem pro hospodářská zvířata, jak na píci, tak i na zrno (Kvěch, 1985).

5 Závěry a doporučení

V současné době se zemědělská výroba v ČR potýká s nedostatkem statkových hnojiv z důvodu malého počtu hospodářských zvířat, především skotu a prasat a nic nenaznačuje možnou změnu tohoto stavu v blízké budoucnosti. Pro udržení a zlepšení půdní úrodnosti musí být proto trvale věnována velká pozornost agrotechnickým opatřením, která mají zlepšovací účinky na půdu.

Po zhodnocení významu a možného složení sortimentu LOS je možné dojít k závěru, že jde o dobrou a levnou alternativu, jak se vypořádat alespoň do určité míry s nedostatkem organických hnojiv. Leguminosy jsou v těchto směskách nedocenitelné díky svojí schopnosti fixace vzdušného dusíku.

V ekologickém zemědělství nabývají směsky na významu, jako přerušovače osevních sledů, které mají fyto-sanitární účinky a regulují plevele. Dále pak slouží jako zdroj kvalitního krmiva pro hospodářská zvířata. Pěstování LOS samo o sobě je tedy velmi přínosné. V součinnosti s dalšími neméně důležitými agrotechnickými opatřeními, jako správný osevní postup, mohou být silným nástrojem ekologického i konvenčního zemědělství. ČR je podle kvality půd a klimatických podmínek rozdělena do zemědělských výrobních oblastí, které jsou velmi racionální a potřebné.

Ekologičtí pěstitelé mají omezené možnosti, jak zúrodnovat půdu, regulovat plevele, choroby a škůdce (Procházková, 2001), proto by bylo vhodné pěstovat v mezi porostním období vhodné mezplodiny, jako přerušovače osevních sledů (Kvěch a kol., 1985) např. LOS na zelené hnojení.

Druhy do směsek je přitom třeba volit s ohledem na stanovištní podmínky, protože v nevhodných podmínkách se nedosahuje jistoty výnosů. Ty jsou v našich podmínkách nejisté především v sušších oblastech (Vaněk a kol., 2007). Toto je obzvláště důležité v podnicích bez živočišné výroby.

Z výzkumů vyplývá, že zelené hnojení nahradí chlévský hnůj jen částečně (Richter a Kubát, 2003) a také, že hnůj má mimořádně příznivé účinky na strukturu půdy (Vaněk a kol., 2007). Ideální ekologická ekofarma s uzavřeným koloběhem živin by měla pěstovat rostliny a chovat hospodářská zvířata – produkovat dostatek vlastních statkových hnojiv (nařízení Rady

ES 834/2007), především chlévský hnůj, který je považován za nejkvalitnější (Šimon, 2008). Ekofarmy by se měly snažit dodržovat model propagovaný EU a zařazovat pokud to je možné do podniku hospodářská zvířata.

6 Seznam literatury

- Adamiak, J., Rychcik, B., Wójciak, H. 2006. Dynamics of the soil organic matter in crop rotation and long-term monoculture. *Plant Soil Environment*. 52. 15 – 20.
- Alves B.J.R., Bhattarai S., Brockwell J., Boddey R.M., Dakora F.D., Hauggaard – Nielsen H., Herridge D.F., Jensen E.S. 2009, Khan D.F., Masky S.L., Peoples, M.B, Rerkasem B., Rochester I.J., Sampet C., Urquiaga S.,. The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis* 48, 1-17. ISSN 0334-5114.
- Anon: 2005. Ekologické zemědělství, šance pro lepší život hospodářských zvířat. Brožura. PRO-BIO. Šumperk.
- Balík J., Kulhánek M., Časová K., Nedvěd V. 2010. Mineral and organic fertilization efficiency in long-term stationary experiments. *Plant Soil Environment*. 56 (1). 28 – 36.
- Barták, M. 2002. Ekologie řízených autotrofních ekosystémů. ČZU v Praze, Fakulta agronomická. 364 s.
- Birk, J., Glaser, B. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de Índio). *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Elsevier. 82. p 39 – 51.
- Čechmánková, J., Havelková, M., Skála, J., Vácha, R. 2011. Heavy Metals Phytoextraction from Nesvily and Moderately Contaminated Soil by Field Crops in Monoculture and Crop Rotation. *Soil & Water Research*. 6 (3). 120 – 130.
- Čermák, B. a kol., 2004. Pěstování píce a využití objemných krmiv pro zvířata a ochranu životního prostředí. JU České Budějovice. 160 s. ISBN 80-7040745-X..
- Černý, J., Vaněk, V., Kulhánek, M. 2010. Vliv hnojení na výnos a úrodnost půdy. *Zemědělec*. 18 (28). 10 – 12.
- Dost, M. 2001. Integrated Crop Management. FODDER SUCCESS STORY. Improved fodder crop production in the North Area of Pakistan. Integrated Crop Management. Vol. 4. 2001. PLANT PRODUCTION AND PROTECTION DIVISION. FAO. Rome. 23 s. ISBN: 92-5-104676-X.
- Dovrtěl, J., Dryšlová, T., Křen, J., Lukáš, V., Neudert, L., Procházková, B., Smutný, V., Winkler, J. 2011. Význam a možnosti optimalizace struktury a střídání plodin v systémech hospodaření na orné půdě. Uplatněná certifikovaná metodika. Mendelova univerzita. Brno. 46 s. ISBN: 978-80-7375-525-6.
- Dryšlová, T., Procházková, B., Neudert, L., Lukáš, V., Smutný, V., Křen, J. 2012. Ochrana půdy v praxi. !!Ochrana půdy!! : mezinárodní konference !!Bodenschutz!! internationale Konferenz. 22.2.2012 Náměšť nad Oslavou. ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura. 124 s. ISBN: 978-80-87226-10-0.
- Dvořáček, V., Handrle, J., Hermuth, J., Javůrek, M., Káš, M., Květoň, V., Procházka, J., Procházková, B., Svoboda, P., Vach, M. 2009. Pěstování strniskových meziplodin. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. 34 s. ISBN: 978-80-7427-009-03.
- Dvořák, J., Smutný, V. 2011. Vlivy osevních postupů a herbicidů na zaplevelení ornice semeny plevelů. Mendelova univerzita. Brno. FOLIA. IV (4). 120 s. ISBN: 978-80-7375-504-1.

- Erhart, E. 2012. !!Ochrana půdy!! : mezinárodní konference !!Bodenschutz!! internationale Konferenz. 22.2.2012 Náměšť nad Oslavou. ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura. 124 s. ISBN: 978-80-87226-10-0.
- Fiala, J. 2007. Modifikovaná pratotechnika trvalých travních porostů – mulčování. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha. 28 s. ISBN: 978-80-87011-24-9.
- Florentin, M. A., Calegari, A., Derpsch, R., Penalta, M. 2010. Green manure/cover crops and crop rotation in Conservation Agriculture on small farms. Integrated Crop Management. Vol. 12. 2010. PLANT PRODUCTION AND PROTECTION DIVISION, FAO. Rome. 97 s. ISBN: 978-92-5-106856-4.
- Friedlová, M., Mikanová, O., Šimon, T. 2009. The influence of fertilisation and crop rotation on soil microbial characteristics in the long-term field experiment. Plant Soil Environment. 55 (1). 11 – 16.
- Geisler, J., Pavlů, V., Pavlů, L., Mikulka J. 2010. Extenzivní obhospodařování trvalých travních porostů v podhorských oblastech mulčováním. Uplatněná certifikovaná metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha – Ruzyně. 24 s. ISBN: 978-80-7427-049-9.
- Haberle, J., Javůrek, M., Procházka, J., Procházková, B., Neudert, L., Suškevič, M. 2005. Pěstování meziplodin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky. ÚZPI. Praha. 35 s. ISBN: 80-7271-157-1.
- Hladík, J. 2012. Ochrana půdy v praxi. !!Ochrana půdy!! : mezinárodní konference !!Bodenschutz!! internationale Konferenz. 22.2.2012 Náměšť nad Oslavou. ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura. 124 s. ISBN: 978-80-87226-10-0.
- Houba, Hochman, Hosneidl a kol., 2009. Luskoviny. Pěstování a užití. Kurent. České Budějovice. 133 s.
- Hruška, J. 1956. Luskoviny. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 283 s.
- Huggard – Nielsen H., Jensen E.S. 2001. Evaluating pea and barley cultivars for compatibility in intercropping at different levels of soil N availability. Field Crops Research 72, 185 – 196.
- Humpálová – Blechtová, A. 1998. Význam a možnosti využití zeleného hnojení v zemědělské praxi. Rostlinná výroba. 2. 34 s.
- Kostelanský a kol., 2004. Obecná produkce rostlinná. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 212 s. ISBN: 80-7157-765-0.
- Kubát, J. 2005. Výzkum možností stanovení optimální hladiny organické hmoty v půdě a biologické aktivity v orných půdách. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 200 s.
- Kudrna, K., Kvěch. O. 1965. Základní agrotechnika. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 420 s.
- Kvěch, O. 1974. Moderní způsoby střídání plodin. Institut pro vzdělávání pracovníků v zemědělství a výživě. Praha. 138 s.
- Lahola, J., Grohmann, L., Hofírek, P., Hochman, M., Horák, A., Chalupa, A., Chalupová, L., Kolář, I., Kolařík, J., Ondřej, M., Pavelková, A., Rubeš, Stryk, J., Střída, J., Šmirous, 1990. Luskoviny - pěstování a využití. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 223 s. ISBN 80-209-0127-2.
- Naher, U.A., Otoman, R. Shamsuddin, Z. H., Saud, H.M., Ismail, M.R., Rahim, K.A. 2011. Effect of root exuded specific sugars on biological nitrogen fixation and growth promotion in rice (*Oryza sativa*). AJCS 5 (10): 1012-1217, ISSN: 1835-2707.

- Novák, J., Skalický M. 2009. Botanika. Cytologie, histologie, organologie a systematika. POWERPRINT. Praha. 336 s. ISBN: 978-80-904011-5-0
- Polazsek, A., Lenné, J.M., Riches, C. 1999. The Effects of Pest Management Strategies on Biodiversity in Agroecosystems. Agrobiodiversity. CAB International. s 273-302. ISBN: 0-85199-337-0.
- Procházka S., Macháčková, I., Krehule, J., Šebánek, J. 1998: Fyziologie rostlin, 1. Vydání, Academia. Praha. 488 s. ISBN 80-200-0586-2.
- Procházková a kol. 2011. Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny. Uplatňovaná certifikovaná metodika. Mendelova univerzita. Brno. 39 s.
- Procházková a kol., 2001. Organické hnojení při hospodaření bez živočišné výroby. ÚZPI. Zemědělské informace. 14. 28 s. ISBN: 80-7271-083-4.
- Pulkrábek, J., Capouchová, I., Hamouz, a kol., 2003. Speciální fytotechnika. Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra rostlinné výroby. Praha. 188 s. ISBN 80-213-1020-0.
- Richter, R., Kubát, J. 2003. Organická hnojiva, jejich výroba a použití. ÚZPI. Praha. 56 s. ISBN: 80-7271-133-4.
- Rychcik, B., Zawiślak, K. 2002. Yields and root technological duality of sugarbeet grown in crop rotation and long-term monoculture. Rostlinná výroba. 48 (10). 458 – 462.
- Šimon, T. 2008. The Influence of Long-term Organic and Mineral Fertilization on Soil Organic Matter. Soil & Water Research. 3 (2). p 41 - 51.
- Šimon, T., Mikanová O. 2009. Principy a nové směry selekcí hlízkových bakterií pro výrobu inokulačních preparátů. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. 21 s., ISBN 978-80-7427-013-0.
- Vašák, J., osobní sdělení, 2013

Elektronické zdroje:

- Ambus P., Hauggaard – Nielsen H., Jensen E.S. Reintroducing grain legume – cereal intercropping for increased protein production in European cropping systems. [online] Fourth European conference of healthy food, feed and novel products, Cracow, Poland. 8 – 12. 7.2001. In Proceedeng of the 4th European conference on grain legumes, AEP – European association for grain legume research. p 52 – 53. Cit [2012-03-06] Dostupné z: <<http://orgprints.org/50/>>
- Anon: Intercropping of cereals and grain legumes in European organic farming systems. [online]. September 2005. cit [2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.coreorganic.org/library/EU_folder/intercrop.pdf>
- Bellinger, R. G. Pest Resistance to pesticides [online]. Department of Entomology. Clemson University. March 1996. cit [2013-04-01]. Dostupné z <<http://ipm.ncsu.edu/safety/factsheets/resistan.pdf>>
- Betencourt E., Colomb B., Justes, E. Soude G., Hinsinger F. P for two – intercropping as a means to better exploit soil P recources under low input conditions. [online]. World congress of Soil Science, Soil Solutions for Changing World, 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia, Published on DVD

- Cassman , K.G., Mason P.A., Naylor R., Polasky S., Tilman, D. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418, p 671 – 677. [online]. 8.8.2002. Cit [2013 -03-05]. Dostupné z: <<http://www.nature.com/nature/journal/v418/n6898/abs/nature01014.html>>
- Český statistický úřad. Stavby hospodářských zvířat – Česká Republika. [online]. 2015. Cit [2015-04-09]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/zem_cr >
- Dlouhý, J., Urban, J. Ekologické zemědělství bez mýtů. Fakta o ekologickém zemědělství a biopotravinách pro média. [online]. Bionstitut. 2011. cit [2013-03-29]. Dostupné z <http://www.bionstitut.cz/documents/myty_EZ_final.pdf>
- Eskandari, H., Ghanbari, A., Javanmard A. Intercropping of Cereals and Leugumes for Forage Production. *Notulae Scientia Biologicae* 1 (1), p 7 -13. [online]. 2009. Cit [2014-03-20]. Dostupné z: < <http://www.notulaebiologicae.ro/index.php/nsb/article/view/3479>>
- Hauggaard – Nielsen H., Jensen E.S., Nikolajsen J.T. 2006a.Competitive ability of grain legume – barley in intercrops towards volunteer crops and weeds. [online]. Joint Organic Congress, Odense, Denmark, 30 -31 May 2006. Cit (2012-01-05) Dostupné z: <http://orgprints.org/7474/1/Volonteer_pb_lb_proced_v4.pdf >
- Hauggard – Nielsen H., Ambus P. Brisson N. Crozat Y., Dahlmann C., Diket A., von Fragstein P. Holding M., Kasyanova E., Lannay M., Monti M., Priestri A., Jensen E.S. 2006b. Pea – barely intercrops use nitrogen sources 20 – 30 % more efficiently than the sole crops. [online]. Joint Organic Congress, Odense, Denmark, 30 - 31 May 2006. Cit [2012-07-23] Dostupné z: < http://orgprints.org/7487/1/INTERCROP_WP3_v2.pdf >
- Huňady, I. Využití luskovino-obilných směsek pro zvýšení soběstačnosti v krmivech a na podporu kvality půdy na ekologických farmách v České republice. [online]. A/CZ0046/1/0024. Přednášky ze semináře Luskovino-obilní směsky v EZ.. 6.3. 2010. cit [2013-04-09]. Dostupné z <<http://www.bionstitut.cz/documents/Hunady.pdf>>
- Komberec, S. Vzory osevních postupů podle výrobních oblastí. [online]. Agroweb. 14.12.1999. cit [2013-04-01]. Dostupné z: <<http://www.agris.cz/clanek/92980>>.
- Logo označující ekologickou produkci v ČR. Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/loga-a-znaceni/>>
- Logo označující ekologickou produkci v EU.. Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/loga-a-znaceni/>>
- Ministerstvo zemědělství ČR. Datum poslední aktualizace 17.10.2014. (cit 2015-04-10). Upraveno. Dostupné z <<http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1606>>
- Ministerstvo životního prostředí. GAEC 3 a možné využití kompostu. [online]. 29.9.2011. cit [2013-03-10] Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/dobry-zemedelsky-a-environmentalni-stav/gaec-3-a-mozne-vyuziti-kompostu.html>>
- Ministerstvo životního prostředí. Nové podmínky Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC). [online]. 22.11.2009. cit [2013-03-10]. Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/dobry-zemedelsky-a-environmentalni-stav/navrh-podminek-dobreho-zemedelskeho-a.html>>
- Moudrý, J. Osevní postupy v ekologickém zemědělství [online]. Index of Moudry/ Ekologické a alt. Zemědělství. 3. ledna 2007. cit [2013-04-08]. Dostupné z

<http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/4_OP.pdf>

Neumann, A., Rauber, R., Schmidtke, K. 2007. Effects of crop density and tillage system on grain yield and N uptake from soil and atmosphere and intercropped pea and oat. *Fields crop research*. [online]. 1.2.2007. 100 (2 – 3). Cit [2013-04-09]. p 285 – 293. Dostupné z ≤

http://data2.xjlas.ac.cn:81/UploadFiles/sdz/cnki/%E5%A4%96%E6%96%87/ELSEVIER/intercropping/112.pdf_>