

# Specifika výživy rostlin v systému ekologického zemědělství

Ing. Pavel Ryant, Ph.D.

*Ústav agrochemie a výživy rostlin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně,  
Zemědělská 1, 613 00 Brno, [ryant@mendelu.cz](mailto:ryant@mendelu.cz)*

Ekologické zemědělství je v zákonu č. 242/2000 Sb. popisováno jako zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky. Historie ekologického zemědělství se v ČR datuje k lednu 1990, kdy se ve Velké Bystřici u Olomouce konala na toto téma mezinárodní konference. Další rozvoj ekologického zemědělství je spojován se jménem Ing. Richarda Bartáka, který prosadil první dotace pro tento způsob hospodaření. Po stagnaci v letech 1992-97 bez státní podpory je v posledních letech ekologické zemědělství dotováno jako podpora mimoprodukčních funkcí zemědělství. Podíl takto obhospodařované půdy na zemědělském půdním fondu ČR se každoročně zvyšuje a v roce 2002 činil 5,5%, tzn. 235 136 ha zemědělské půdy, resp. 717 ekologicky hospodařících farem (necelá tři procenta farmářů). Pro srovnání průměr EU v počtu ekologických farem činí něco málo přes 2 % a podíl takto obdělávané půdy je zhruba 3,5 %. Kandidátské země Česká republika v obou ukazatelích převyšuje, na dalších příčkách je Slovensko, Estonsko a Maďarsko (Rozsypal, 2002, Zemědělství 2002).

I přes omezení a přísnější kritéria hospodaření zájem o ekologické zemědělství roste, a to zejména díky dotacím, jimiž jak stát, tak EU tento druh hospodaření podporuje. Také nejnovější reforma zemědělské politiky EU počítá, zřejmě od roku 2007, s tzv. jednotnou zemědělskou platbou, jejíž výše se bude odvozovat právě od dodržování ekologických standardů (Mikula, 2003).

Klíčem ekologického hospodaření na půdě je fungující agroekosystém, jehož základem je vyvážený osevní postup zaměřený na udržení a zvyšování úrodnosti půdy a obsahu organických látek v půdě. Veškerá opatření musí směřovat k co nejuzavřenějšímu koloběhu živin v podniku s minimálními ztrátami a co nejmenším přísunem zvenčí.

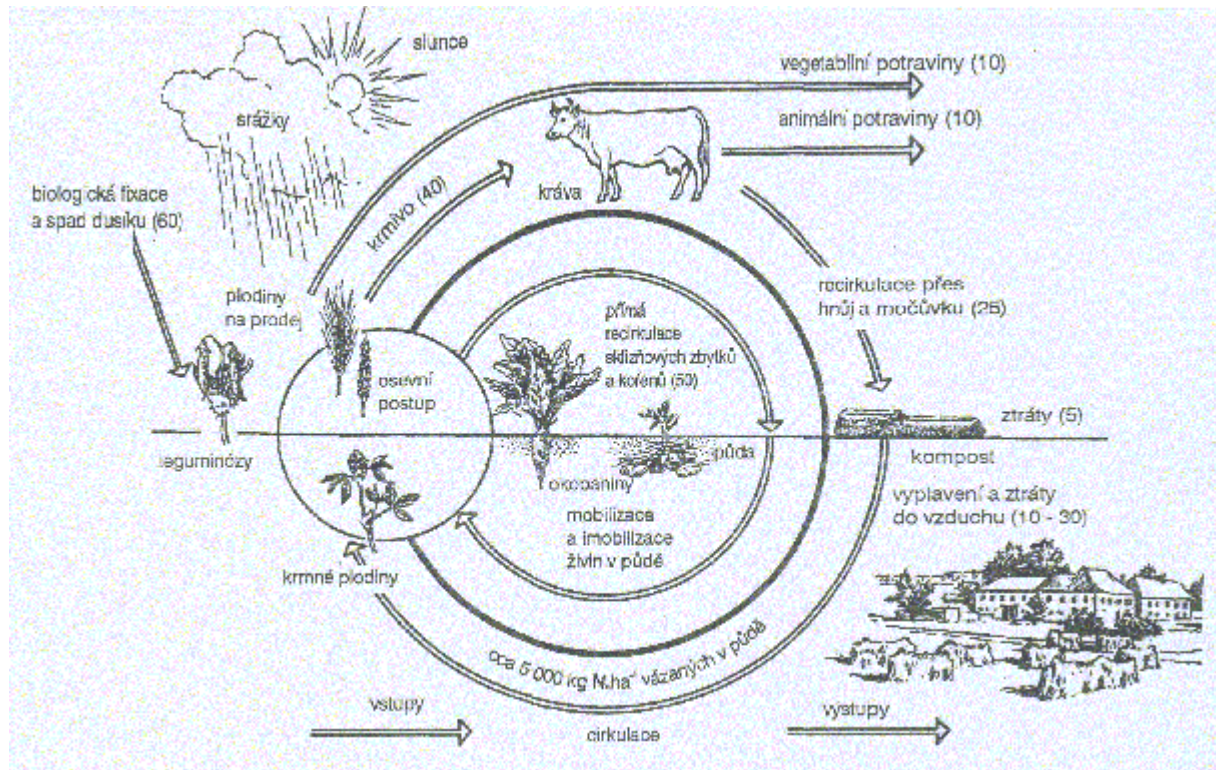
Je nutné dostat organickou hmotu do oběhu a udržet ji v něm, tzn. mít v půdě neustále k dispozici dostatek lehce rozložitelných organických látek. To se týká všech živin, jak dusíku, fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku, tak také kyslíku a uhlíku. Minerální látky jsou za pomoci rozkladné a další činnosti mikroorganismů předkládány rostlinám k využití. Rostlinné produkty jsou částečně v podniku zhodnoceny hospodářskými zvířaty (krmné plodiny) a další podíl je ve formě posklizňových zbytků a kořenové hmoty k dispozici půdním mikroorganismům. Živiny využitě zvířaty (v krmivech) se opět vrací zčásti jako hnojiva zpět do půdy, tedy do vnitropodnikového oběhu a zčásti jako zušlechtěné produkty (mléko, maso aj.) zemědělský podnik opouštějí (Neuerburg, 1994).

V zemědělství ČR je mimo zemědělský podnik exportováno v průměru pouze asi 25 % (draslík), popřípadě 35 % (fosfor) a 45 % (dusík) rostlinných živin ze sklizených plodin (hlavní produkty, z vedlejších produktů započtena pouze sláma). Jde o tržní rostlinné a živočišné produkty. Největší část odebraných živin (zvláště draslíku) je tak opět k dispozici ve statkových hnojivech (exkrementy a sláma buď ve hnoji, nebo přímo zaorávaná). Až do půdy (k opětovnému využití rostlinami) se však celé množství nedostane. Zejména dusík a draslík podléhají ztrátám ve stáji a při skladování či aplikaci stájových hnojiv (např. u kejdy až 25 % N a u hnoje 35-50 % N). Zatímco u dusíku jde především o těkání čpavku, draslík uniká většinou nekontrolovaným odtokem močůvky (Klír, 1999).

Živiny, které opouštějí podnikový koloběh však mohou vstupovat do tzv. globálního koloběhu živin. Např. dusík může v plynné formě přecházet do atmosféry a odsud ho poutají hlízkové bakterie žijící v symbióze s kořeny leguminóz a vrací tedy dusík zpět do

vnitropodnikového koloběhu. Obdobně uhlík vydýchaný živými organismy ve formě CO<sub>2</sub> do atmosféry je odtud přijímán rostlinami při fotosyntéze a zabudován zpět do jejich těla. Tento návrat do koloběhu v rámci podniku je možný pouze u plynů a je spojen s potřebou energie (Neuerburg, 1994).

Obr. 1 Koloběh živin na ekologické farmě, která je soběstačná v krmivech (čísla v závorkách udávají kilogramy č.ž. na 1 ha za rok) (Moudrý, 1997)



Minerální látky, které jsou z podnikového koloběhu exportovány jsou z převážné části nenávratně ztraceny. Ideální situace by byla, kdyby se tyto živiny alespoň z části vracely ve formě kompostovaných odpadů. Bohužel to není reálné kvůli vysokému podílu nežádoucích frakcí (těžké kovy a organické škodliviny) především v čistírenských kalech.

### Půdní organická hmota

Hlavním zdrojem recirkulace (reprodukce) živin v ekologickém zemědělství jsou statková hnojiva a organická hmota z pozemku (zelené hnojení, posklizňové zbytky). Doplňkovým zdrojem jsou živiny uvolněné zvětráváním, přírodní minerální hnojiva (mleté horniny, vápence, apatity, kieserit aj.) a vzdušný dusík poutaný převážně symbiotickými bakteriemi na kořenech leguminóz.

Základním prostředkem pro zachování vyrovnané bilance živin je tedy péče o půdní organickou hmotu. Ztráty na půdní organické hmotě, k nimž dochází v procesech rozkladu, mineralizace a humifikace organických látek, ale i v důsledku eroze (vodní, větrné) musí být nahrazovány vstupy nové (primární) organické hmoty do půdy. Na tomto bilančním principu je založena většina dosavadních metod hodnocení dynamiky organické hmoty v půdě. Propracovanější metodu kvantifikace ztrát a zdrojů půdní organické hmoty navrhli např. Bielek a Jurčová (1999), kteří kromě mineralizace půdní organické hmoty v bilanci dále započítávají vliv eroze a také vliv pěstované plodiny. Vypracování bilančního odhadu bude pro jednotlivé zemědělce v příštím roce povinností vyplývající z novely prováděcí vyhlášky k zákonu o hnojivech č. 156/1998 Sb.

Organické látky v půdě tvoří veškerý spalitelný podíl půdy, který můžeme rozdělit na látky *nehumifikované, přechodné a humifikované*. Organické látky nehumifikované (primární) představují v půdě většinou pouze 10–15 % z celkového organického podílu půdy. Jsou tvořeny posklizňovými zbytky, organickými hnojivy, odumřelými, nerozloženými nebo částečně rozloženými zbytky rostlin, zooedafonu a mikroedafonu. Tyto látky jsou postupně za přístupu vzduchu rozkladnými procesy odbourávány na konečné produkty mineralizace, které slouží jako zdroj výživy rostlin a půdních mikroorganismů.

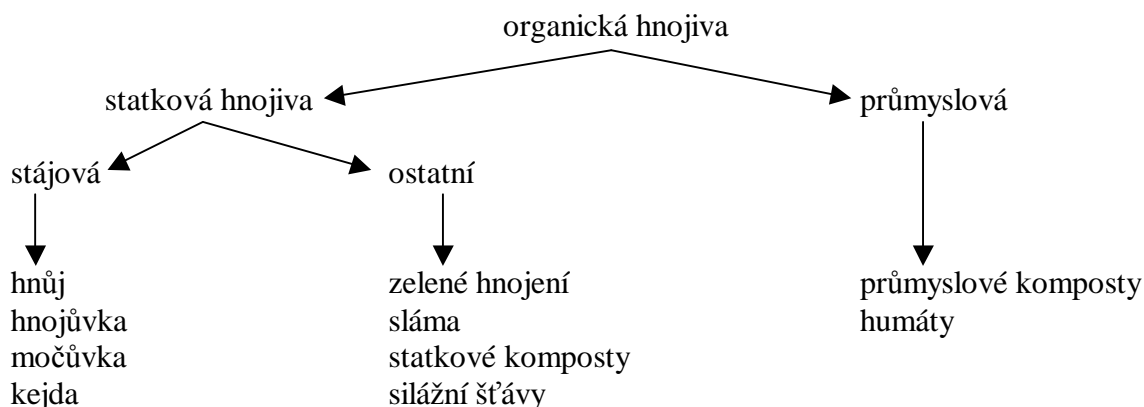
Intenzita mineralizace organických látek v půdě může být značně rozdílná. Závisí především od vlastností výchozího materiálu (např. poměru C:N), jeho množství v půdě, od teploty, vlhkosti, reakce prostředí, obsahu dusíkatých látek v půdě aj.

Veškeré množství organických látek se však v půdě úplně nemineralizuje až na jednoduché produkty. Současně v půdě probíhá za omezeného přístupu vzduchu také syntéza nových, velmi složitých organických nebo organominerálních látek nazývaných látky humusové neboli humifikované. Tyto látky mají pro půdní úrodnost, ale i pro výživu rostlin řadu významných vlastností. Dělíme je na *huminové kyseliny, fulvokyseliny a huminy*. Obsah humusu je hodnotou relativně stálou v závislosti na půdně klimatických podmínkách dané oblasti.

Půdní organická hmota, její množství a kvalita v dané lokalitě je tak produktem dlouhodobého vývoje, řádově staletí až tisíciletí. Ukázala to měření podílu radioaktivního uhlíku v různých frakcích humusových látek extrahovaných z orných půd, kde stáří fulvokyselin bylo odhadováno na několik set let a stáří huminových kyselin dokonce na několik tisíc let.

Rapidním poklesem stavů skotu, a tím snížení množství používaných statkových hnojiv vyvolalo v posledním desetiletí obavy z poklesu hladiny humusu v orných půdách a jeho degradaci. Rozklad humusu umožňují v podstatě stejné faktory jako u organických látek, avšak s ohledem na jeho složení probíhají procesy degradace velmi pozvolně. K naplnění této obavy skutečně došlo v rozsáhlých oblastech tropického pásma (Afrika). Je také oprávněná v případě extrémně lehkých písčitých půd (např. v Německu a v jižních Čechách). U kvalitnějších půd je nebezpečí degradace humusu v důsledku vyčerpání půdní organické hmoty menší a v každém případě se jedná o záležitost dlouhodobou. Přesto je potřeba počítat s transformací organických látek v půdě, abychom byli schopni nepříznivé trendy včas odhalit a včas předejít jejich důsledkům (Richter, Kubát, 2003).

V našich podmínkách je v orné půdě mineralizováno (rozkládáno) ročně v průměru 4,0-4,5 t organických látek na hektar. Přibližně polovinu (57 %) z toho uhrávají posklizňové zbytky rostlin a zbytek 1,5-2,5 t je nutno dodávat organickými hnojivy (Klír, 1999; Richter, Římovský, 1996). Organická hnojiva rozdělujeme takto:



Klasická stájová hnojiva není třeba představovat, avšak v ekologickém zemědělství má důležité postavení např. zelené hnojení, které udržuje stálý vegetační pokryv půdy, poutá

ve své biomase půdní dusík a další živiny, čímž zabraňuje jejich vyplavení a ohrožení podzemních vod, ale v neposlední řadě vytváří také vhodné místo spotřeby (sink) pro zvýšenou koncentraci CO<sub>2</sub> v ovzduší (Nátr, 2000).

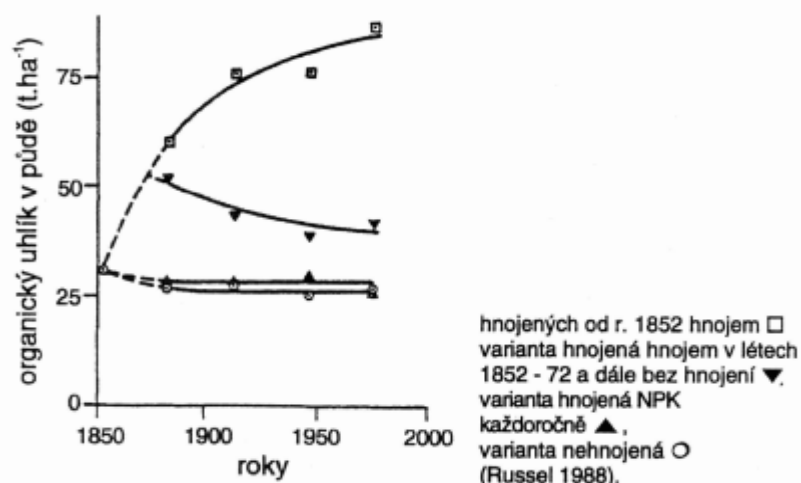
Své místo v systému výživy rostlin mají také statkové komposty. Organická hmota dobře vyzrálého kompostu je vysoce stabilizovaná a až 99 % N je vázáno na organické látky oproti 65 % N vázaného v chlévském hnoji nebo kolem 50 % v kvalitní kejďe (Kolář, 1987). Jejich význam v poslední době vzrůstá také díky jejich ochranným účinkům proti chorobám a škůdcům. Bylo zjištěno, že kompost lze použít při potlačování listové skvrnitosti psinečku výběžkatého (*Agrostis stolonifera*) působené houbou *Sclerotinia homeocarpa* (Anonym, 1997). Při požeru brukvovitých housenkami vedlo následné hnojení kompostem ke zvýšení obranyschopnosti rostlin, které obnovily svůj růst a z poškození se zotavily (Shewell, Cooper, cit. Mikula, 1998). Výzkumy v USA ukazují, že některé choroby působené patogenními druhy hub z rodů *Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium* a *Rhizoctonia* lze úspěšně potlačovat hnojením kompostem (Ozores-Hampton, 1997). Může být právě tak účinné jako použití fungicidů. Kompost neničí patogeny jako fungicidy, ale potlačuje je tím, že podporuje růst užitečných organismů. Patogeny tedy nevyklíčí nebo zůstanou neaktivní.

Organická hnojiva vedle toho, že zabezpečují přísun organických látek, plní další funkce:

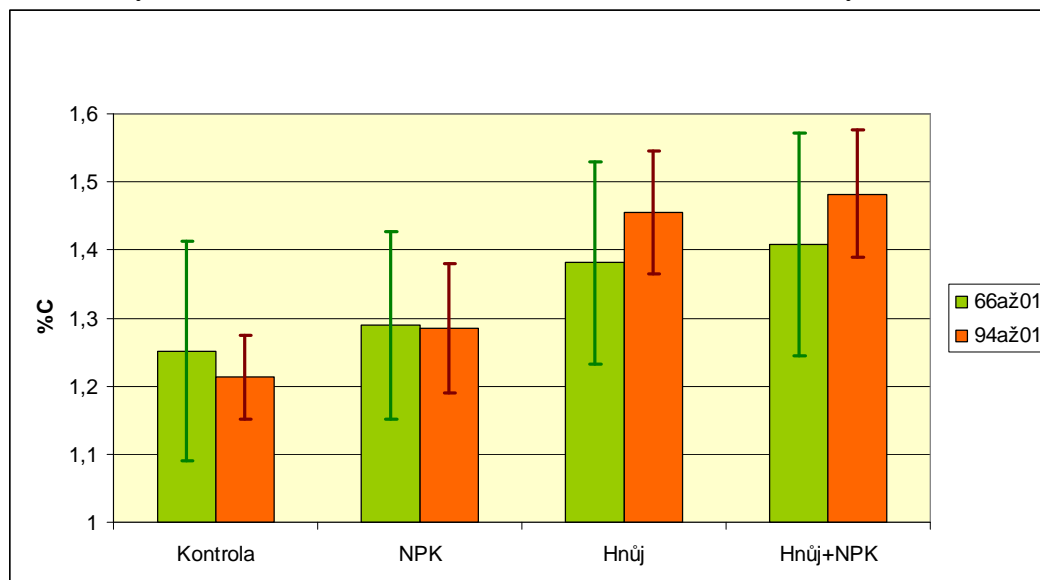
- jsou zdrojem energie a uhlíku pro půdní mikroorganismy, a tím pozitivně ovlivňují biologickou činnost půdy,
- chrání humus před rozkladem (degradací) dodáním primární organické hmoty,
- příznivě působí na řadu fyzikálně-chemických vlastností půdy (tvorbu drobtovité struktury, poměr vody a vzduchu, poutání živin, zlepšení ústojčivé schopnosti půdy),
- organická hnojiva jsou hnojivy univerzálními, obsahují všechny rostlinné živiny,
- zlepšují v půdě hospodaření s vodou (zvyšují vsak dešťové vody, vododržnost půdy, umožňují gravitační a kapilární pohyb vody aj.)
- omezují působení vodní a větrné eroze v půdě,
- příznivě ovlivňují obsah přístupného fosforu v půdě,
- mohou působit na vyvázání (imobilizaci) cizorodých prvků,
- zvyšují účinnost čistých živin z minerálních hnojiv (Richter, Kubát, 2003).

Výsledkem pravidelného používání organických hnojiv je trvalý růst uhlíkatých látek v půdě jak uvádí obrázek 1 a 2. V důsledku toho jsou chráněny před mineralizací humusové látky a jsou zlepšovány všechny faktory tvořící půdní úrodnost.

Obr. 1 Dlouhodobý účinek hnojení na obsah uhlíku v půdách



Obr. 2 Průměrný obsah  $C_{ox}$  ve vrstvě 0-20 cm – hnědozem Praha – Ruzyně (Kubát, 2003)



V rámci ekologického zemědělství je zákonem upraveno, že přednostně by se měly používat statková hnojiva z ekofarmy nebo z farmy v přechodném období. V opačném případě musí být tato hnojiva kompostována, tzn. musí projít aerobním rozkladným procesem a u kapalných statkových hnojiv fermentací, kdy močůvka a hnojůvka by měla být skladována alespoň 4 měsíce a kejda min 5 měsíců (vyhláška č. 274/1998 Sb.). Prováděcí předpis (vyhláška č. 53/2001) dále zakazuje používání hnojiv pocházejících z klecového chovu drůbeže nebo králíků a z ustájení na roštových stánkách.

Zákon o ekologickém zemědělství č. 242/2000 Sb. také limituje množství dusíku aplikovaného ve statkových hnojivech na orné půdě a u trvalých kultur (sady, vinice) ve výši 150 kg na 1 ha za rok, což odpovídá dávce hnoje cca 30 tun na ha. Maximální množství dusíku ve statkových hnojivech aplikovaných na trvalé travní porosty je 85 kg dusíku na 1 ha a rok a nezapočítává se množství živin zanechané zvířaty v exkrementech při pastvě.

### Fixace vzdušného dusíku

Rotace pěstovaných plodin, v současnosti často opomíjené, hrají především v ekologickém zemědělství (při zákazu používání syntetických dusíkatých hnojiv a minimalizované ochraně rostlin) klíčovou roli. Důležité je především dostatečné zastoupení leguminóz poutajících vzdušný dusík, hluboko kořenících rostlin a zařazování meziplodin na zelené hnojení. Podle nařízení rady Evropy č. 2092/91/EEC by mělo být oseto kolem 1/3 orné půdy v ekologickém zemědělství luskovinou jako hlavní plodinou, aby zásobením dusíkem bylo dostatečné pro celý osevní postup.

Na poutání vzdušného dusíku se podílejí především symbiotické bakterie rodu *Rhizobium*, které vytvářejí na kořenech bobovitých rostlin hlízky. Množství vzdušného  $N_2$  poutaného hlízkovými bakteriemi dosahuje u vojtěšky a jetele lučního až  $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , u ostatních jetelovin až  $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  a u hrachu či bobu až  $110 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (z toho asi 1/3 zůstává v kořenech a zbytek je uložen v nadzemní hmotě). Maximálních hodnot fixovaného dusíku dosáhnou porosty leguminóz na půdách neutrálních reakcí (pH nad 5,5 u písčitéch a nad 6 u ostatních půd), oživených, strukturních s dostatečnou zásobou živin, především fosforu a draslíku (Moudrý, 1997; Neuerburg, 1994; Richter, Hlušek, 2003).

Hluboko kořenící leguminózy (vojtěška) navíc mohou využívat vodu a vyplavený dusík z hlubších vrstev půdního profilu a tak vylepšovat bilanci dusíku v osevním postupu. Podle rozsáhlé rešerše zjistili Karlen et al. (1994), že např. vojtěška může velmi efektivně využít reziduální dusík po předchozích plodinách. Kořeny vojtěšky mohou na některých

půdách růst do hloubky větší než 5,5 m a výzkum prokázal, že nitráty mohou být přijímány kořeny v kterékoliv hloubce, kde se ještě nachází půdní roztok.

Bilance živin je v posledních letech doplňována o měřitelný přívod dusíku z atmosféry, zejména mokrou depozicí. Tento přívod může být vyšší, ovšem jeho další složky (suchá depozice či absorpce plynů půdou) jsou obtížně měřitelné. Z bilančních sledování a přesných měření vyplývá, že celkový přívod dusíku z ovzduší do půdy může být až dvojnásobný proti obvykle měřené mokré depozici (Tlustoš et al., 1999).

Kromě symbiotické fixace rodu *Rhizobium* si některé rostliny (olše, rakytník, hlošina) opatřují dusík symbiózou s aktinomycetami (Plíšek, 2001).

V půdě žijí také mikroorganismy poutající dusík nesymbioticky, např. rody *Azotobacter*, *Clostridium*, *Cyanobacteria* a další. Podmínkou rozvoje těchto populací je dostatek organické hmoty v půdě (z organických hnojiv, zeleného hnojení či posklizňových zbytků).

Na zpřístupňování živin z půdy se podílí také symbióza téměř všech skupin rostlin (s výjimkou brukvovitých) s houbami (rody *Glomus*, *Gigaspora*), tzv. mykorrhiza.

K podpoře poutání vzdušného dusíku a mykorrhizy je podle vyhlášky MZe č. 263/2003 možné v ekologickém zemědělství aplikovat do půdy očkovací látky (*Azotobacter*, *Bacillus megatherium*, *Azospirillum brasilense*, Endomykorrhizní houby, *Agrobacterium*).

Podobně jako u aplikace statkových hnojiv je třeba zohlednit také možnost vyplavování nitrátů po pěstování leguminóz, a tím nebezpečí ohrožení podzemních vod. Tato problematika je legislativně ošetřena novelizací zákona o hnojivech a nařízením vlády, které vycházejí z nitrátové směrnice EU 91/676/EHS. K omezení vyplavení nitrátů se doporučuje pěstovat leguminózy ve směsi s trávami, podsévat luskoviny na zrno travními druhy, termín orby posunout do pozdního podzimu, zařadit následné plodiny a meziplodiny do pokročilého podzimu a omezit intenzitu zpracování půdy (Neuerberg, 1994).

### **Použití minerálních hnojiv v ekologickém zemědělství**

K nedostatečnému vyvážení vnitřního koloběhu živin dochází v podnicích se specializací na zelinářství či pěstování vinné révy a ovoce. Možnost ovlivnit úrodnost půdy osevními postupy je zde omezená nebo v případě trvalých kultur chybí úplně, avšak potřeba živin – právě v zelinářství – je často velmi vysoká. Ani podsevem a zatravňováním se nedá vždy zaručit dostatečné zásobení živinami.

K zajištění optimální výživy těchto kultur nebo při poklesu zásoby živin (P, K, Mg) zjištěné agrochemickým zkoušením půd do oblastí vyhovující nebo nízké zásoby je možné využít povolených organických a minerálních hnojiv uvedených v příloze 2 vyhlášky č. 53/2001, resp. její novely 263/2003 – viz tabulka 1.

#### *Dusík*

V ekologickém zemědělství nejsou povolena lehce rozpustná syntetická minerální hnojiva (ledky, síran amonný, močovina aj.). Potřeba dusíku je proto plně saturována statkovými hnojivy, komposty, fixací vzdušného dusíku v půdě, posklizňovými zbytky, zeleným hnojením, popř. depozicemi ( $10-40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$  za rok).

Je třeba ovšem počítat také se ztrátami denitrifikací (rozkladem dusíkatých látek a únikem dusíku do ovzduší), které dosahují  $20-50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  za rok. O dalších  $50-85 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  dusíku přichází půda při nevhodné agrotechnice vlivem vyplavení nebo erozí (zvláště splavením drobných částic obsahujících dusík).

Bilancování dusíku v ekologickém zemědělství je vzhledem ke složitým závislostem na půdním druhu, počasí, mikrobiální aktivitě půdy, zpracování půdy a řadě dalších faktorů velmi obtížné a nepřesné.



## Fosfor

Je nejproblematičtější živinou v ekologickém zemědělství. Fosfor je velmi stabilní, nevyplavuje se z půdy, ale je také málo přístupný. Dostupnost pro rostliny je velmi ovlivněna stavem půdy. Nejvíce fosforu obsahují hlinité hnědozemě a degradované černozemě. V kyselých i bazických podmínkách se stává méně přístupným. Nepřístupný je v organických vazbách. Je-li fosfor v půdě, třeba i ve složitých vazbách, je možné jej pomocí mikrobiální činnosti, aktivity kořenů rostlin (exudáty v rhizosféře) nebo pomocí mykorrhizy uvolnit. Mykorrhiza při přímém hnojení fosforečnými hnojivy ustupuje a naopak. Na těžkých, jílovitých půdách je aktivita mikrobů i kořenového systému rostlin nižší, protože v půdě chybí vzduch (kyslík). Kypřením půdy i vápněním, které zlepší půdní strukturu, přispějeme k provzdušnění půdy, a tím i zpřístupnění živin.

Z hektaru půdy odčerpávají plodiny 20-30 kg fosforu ročně. Náhrada organickými hnojivy je nedostačující vzhledem k malému obsahu fosforu v nich a obtížné přeměně na přijatelné formy. Např. při dávce hnoje 40 t.ha<sup>-1</sup> se při obsahu fosforu 0,14 % dostává do půdy asi 56 kg fosforu. Z toho se první rok uvolní asi 25 %, tj. 14 kg, druhý rok 15 %, tj. 8,4 kg a třetí rok 5 %, tj. 2,8 kg fosforu. Zbývajících 55 % zůstane vázáno v organických sloučeninách. Je však možné, že část se později stane přístupná rostlinám. Přesto bude i při plném hnojení hnojem (průměrně 10 t.ha<sup>-1</sup> ročně) málo fosforu vráceno zpět do půdy. I v ekologickém zemědělství je často nezbytné dodávat fosfor do půdy v minerální podobě. Vyhláška povoluje aplikovat mleté fosfáty s nízkým obsahem kadmia (do 50 mg.kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), jehož celková roční dávka nesmí překročit 2 g.ha<sup>-1</sup>. Čím jemněji jsou fosfáty mleté, tím je lepší předpoklad využití fosforu. Je vhodné fosfátovou moučku přimíchat do chlévské mrvy ve stáji, popř. na hnojišti, nebo ji přidávat do kejdy a kompostů. Novela vyhlášky dovoluje použití také Thomasovy moučky, strusky z výroby oceli.

## Draslík

Je součástí jílových minerálů, proto všechny půdy obsahující jíl jsou poměrně bohaté na draslík. Naopak na písčitéch a rašelinných půdách bývá draslíku nedostatek. Většina draslíku v půdě je vázána chemicky v minerálních sloučeninách, ale pouze 1-5 % ve výměnné formě, což znamená, že ionty draslíku mohou z půd lehce přejít do půdního roztoku a odtud být přijaty kořeny rostlin. K většímu poutání těchto iontů (fixaci) dochází v jílovitých půdách, málo humózních půdách a za sucha. Naopak při nižším obsahu jílu v půdě, při organickém hnojení a vápnění se fixace draslíku snižuje. Řada rostlin je schopna pomocí kořenových výměšek zpřístupnit některé formy draslíku a využít je pro svoji výživu. Také v půdě s vysokou mikrobiální aktivitou je přijatelnost draslíku větší. Do půdy se dostává dostatek draslíku ve statkových hnojivech, zbytcích rostlin (zvláště draslomilných – jeteloviny, brambory, cukrovka) a ve slámě obilnin, popř. kukuřice. Pokud se přece jen vyskytne nedostatek draslíku, je povoleno používat pomaleji rozpustný síran draselný, surovou draselnou sůl, síran draselný s hořčíkem a nově také síran draselný s kieseritem.

## Vápník

Vápník se podobně jako v konvenčním zemědělství dostává do půdy především vápněním. Rozdíl je pouze v tom, že v ekologickém zemědělství je zakázáno používat pálené vápno, které poškozují mikrobiální život v půdě. Doporučuje se používat vápenec či dolomit (podle zásobenosti půdy hořčíkem). Vápní se častěji na lehkých půdách ve vlhčích oblastech 1x za 2 roky, na těžších půdách 1x za 3 roky a menšími dávkami (v přepočtu do 1,5 t CaCO<sub>3</sub>.<sup>-1</sup>). Jako zdroj vápníku je nově povoleno využít také přírodní sádrovec (síran vápenatý) a při prokazatelném nedostatku vápníku u jabloní foliární aplikaci chloridu vápenatého.

Nejvhodnější je vápnit na strniště před leguminózami. Nevápní se k bramborám a při hnojení hnojem. Důraz na neutrální reakci půdy (pH 6-7) je v ekologickém zemědělství větší proto, že řada půdních vlastností včetně mikrobiální aktivity i poutání těžkých kovů je půdní kyselostí negativně ovlivněna.

Tab. 1 Minerální hnojiva povolená pro používání v ekologickém zemědělství podle vyhlášky MZe č. 263/2003 Sb.

Číslo typu <sup>*)</sup>	Označení typu <sup>*)</sup>	Složení a způsob výroby
<b>Fosforečná hnojiva</b>		
2.1.1.	<i>Thomasova moučka</i>	<i>silikofosfát vápenatý, struska z výroby oceli</i>
2.6.	přírodní měkký fosforit	trikalcium fosfát a uhličitán vápenatý; mletí měkkého fosforitu
<b>Draselná hnojiva</b>		
3.1.	surová draselná sůl (Kainit)	surová draselná sůl (KCl + MgSO <sub>4</sub> )
3.5.	síran draselný	síran draselný
3.6.	síran draselný s hořčíkem	síran draselný, síran hořečnatý
3.7.	<i>síran draselný s kieseritem</i>	<i>monohydrát síranu hořečnatého, síran draselný</i>
<b>Hnojiva s vápníkem, hořčíkem a sírou (hnojiva s druhotnými živinami)</b>		
4.1.	<i>síran vápenatý</i>	<i>síran vápenatý – pouze z přírodních zdrojů (sádrovec)</i>
4.2.	<i>chlorid vápenatý – roztok</i>	<i>chlorid vápenatý – ošetření listů jabloní při prokázaném nedostatku vápníku</i>
4.4.	kieserit síran hořečnatý	monohydrát síranu hořečnatého
4.5.	hořká sůl, síran hořečnatý	hořká sůl, heptahydrát síranu hořečnatého
<b>Stopové prvky</b>		
10.-16.	<i>Stopové prvky – pouze při prokázaném nedostatku</i>	
<i>Chelatizace stopových prvků se přípouští pouze kyselinou citrónovou.</i>		
<b>17.1.</b>	<b>Vápenatá a hořečnatovápenatá hnojiva</b>	
17.1.1.	Vápenec	mletý přírodní vápenec
17.1.2.	Dolomitický vápenec	mletý přírodní dolomitický vápenec
17.1.3.	Vápnitý dolomit	mletý přírodní vápnitý dolomit
17.1.4.	Dolomit	mletý přírodní dolomit

*kurzívou označené položky jsou nově zařazeny v novele platné od 15.9.2003*

**Organická a organominerální hnojiva** povolená pro používání v ekologickém zemědělství podle vyhlášky MZe č. 53/2001 Sb., resp. její novely č. 263/2003 Sb.

Číslo typu <sup>*)</sup>	Označení typu <sup>*)</sup>	Složení a způsob výroby
18.1.1	organické hnojivo <sup>**)</sup>	a) průmyslový kompost b) ze statkových hnojiv, termofilní aerobní fermentací c) ze statkových hnojiv, zpracování žížalami <i>Eisenia foetida</i>
18.2.	organominerální hnojivo	z melasy po vydestilování lihu a přidání minerálních hnojiv, také „melasové výpalky zahuštěné obohacené“

<sup>\*)</sup> Číslo typu a označení typu podle vyhlášky č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva.

<sup>\*\*)</sup> Při jejich výrobě smí být použita pouze statková hnojiva, hnojiva, pomocné půdní látky, pomocné rostlinné přípravky a substráty uvedené v této příloze.



### Hořčík

Je možno doplnit do půdy dolomitem, kieseritem (síran hořečnatý, hořečnatodraselný) nebo hořkou solí (síran hořečnatý). Při poměru draslíku k hořčíku větším než 2:1 je nutno omezit hnojení draslíkem nebo použít hnojiva obsahující hořčík. Na vyrovnaný poměr živin klade ekologické zemědělství zvlášť důraz, protože je předpokladem pro větší mikrobiální aktivitu půdy, zdraví rostlin a člověka.

### Síra

Díky rapidnímu poklesu atmosférických depozic síry v minulých 15 letech se potřeba síry jako rostlinné živiny stala opět aktuální. Síra jako esenciální složka aminokyselin, resp. bílkovin je do půdy navracena podobně jako dusík spolu se statkovými hnojivy, komposty, posklizňovými zbytky či zeleným hnojením a omezeně také depozicemi (průměr ČR  $16 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ S}$ ). Značné množství síry odebrané plodinami může být navraceno do půdy ve svých reziduích a u některých plodin je takto recyklováno až 85 % síry z nadzemních částí rostlin. Obsah síry ve stájových hnojivech značně kolísá a pohybuje se u chlévského hnoje kolem  $0,9\text{-}1,2 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1} \text{ S}$  a u kejdy v rozpětí  $0,4$  až  $0,5 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$  (Pedersen et al., 1998).

Většina pro ekologické zemědělství povolených draselných a hořečnatých hnojiv a třetina povolených přípravků na ochranu rostlin obsahuje síru, takže její zvýšená potřeba, zvláště u olejnin a obilovin, může být pokryta také těmito zdroji.

Dostatek rostlinám přijatelných forem síry v půdě je jedním z předpokladů tzv. „indukované rezistence“ rostlin. Zvýšení přirozené odolnosti vůči patogenům dává Bloem et al. (2003) do souvislosti s vylučováním sloučenin síry (např.  $\text{H}_2\text{S}$ ) listy, s metabolismem glutathionu a tvorbou sekundárních metabolitů obsahujících síru. Podpora přirozené rezistence rostlin je pro ekologické zemědělství, které se vzdalo syntetických ochranných prostředků, zvláště významná.

Podle novely vyhlášky č. 263/2003 Sb. je při symptomaticky nebo rozbohem při AZP prokázaném nedostatku stopových prvků možné doplnit je v minerálním hnojivu.

Popisovaný systém výživy a hnojení rostlin v podmínkách ekologického zemědělství se vztahuje především na pěstování polních plodin a zelenin na orné půdě popř. na ovocné sady a vinice. Je třeba vzít ovšem v úvahu podíl orné půdy a trvalých kultur na celé ploše ekologicky obdělávané půdy, který činí pouze 8,31 %, resp. 0,38 %, tzn. 19 540 ha, resp. 894 ha. Dominantní podíl tedy zůstává trvalým travním porostům (90,13 %, 211 928 ha) s navazujícím ekologickým chovem hospodářských zvířat.

### Použitá literatura

- Anonym (1997): Recycling Association Launches Compost Marketing Project. *BioCycle* 38(1): 20.
- Bielek, P. – Jurčová, O. (1999): Nové principy bilance pôdnej organickej hmoty a stanovenia potreby organickeho hnojenia, VÚRV Praha, 23-37.
- Bloem, E. – Haneklaus, S. – Schnug, E. (2003): Schwefel – für gesunde Pflanzen und gesunde Menschen. *Forschungs Report* (1): 24-26.
- Karlen, D. L. – Varvel, G. E. – Bullock, D. G. – Cruse, R. M. (1994): Crop rotations for the 21st century. *Advances in Agronomy*, 53: 2-45.
- Klír, J. (1999): Bilance rostlinných živin. *Studijní informace*., Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha, 7/1999, 41 s.
- Kolář, L. (1987): Organické hnojení a humus. VŠZ Praha, 105 s.
- Kubát, J. (2003): Obsah  $\text{C}_{\text{ox}}$  v dlouhodobých pokusech. [*osobní sdělení*], MZLU v Brně, 4.-5.6.2003.

- Lavelle, P. - Gilot, C. (1994): Priming Effects of Microorganisms on Microflora: A Key Process of Soil Function, In: Ritz, K. – Dighton, J. – Giller, K. E.: Beyond the Biomass. Velká Británie, s. 173-179.
- Míkula, P. (2003): ČR v ekologickém zemědělství drží krok se zeměmi EU. [on-line], [citováno 4.11.2003], Dostupné na: <http://www.ekolist.cz>
- Míkula, P. (1998): Organická hmota v půdě. Studijní informace., Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha, 6/1999, 46 s.
- Moudrý, J. (1997): Přejít na ekologický způsob hospodaření. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze.
- Nátr, L. (2000): Koncentrace CO<sub>2</sub> a rostliny. ISV nakladatelství, Praha, 257 s.
- Neuerburg, W. – Padel, S. (1994): Ekologické zemědělství v praxi. Nadace pro organické zemědělství FOA, MZe ČR, Agrospoj, Praha, 326 s.
- Novák, B. (1985): Biochemie a biofyzika tvorby a rozkladu humusových látek. VÚRV Praha, 14 s. + přílohy.
- Ozores-Hampton, M. (1997): Control Disease with Compost, Am. Veg. Grower 45(2):28-30.
- Pedersen, C. A. - Knudsen, L. - Schnug, E. (1998): Sulphur fertilisation. In: Schnug, E. (ed.), Sulphur in Agroecosystems. Kluwer Academic Publishers, s. 115-134.
- Plíšek, B. (2001): Ekologické pěstování jabloní a tržní produkce biojablek, Bulletin ekologického zemědělství č.23, © PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk, 66 s.
- Richter, R. – Hlušek, J. (2003): Půdní úrodnost. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 44 s.
- Richter, R. – Kubát, J. (2003): Organická hnojiva, jejich výroba a použití. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 56 s.
- Richter, R. – Římovský, K. (1996): Organická hnojiva, jejich výroba a použití. IVV MZe ČR, Praha, 40 s.
- Rozsypal, R. (2002): Vývoj a perspektivy ekologického zemědělství. Úroda 8: 8-9.
- Russell, E. W. (1988): Russell's soil conditions and plant growth. Ed. a. Wild, 991 s.
- Zemědělství 2002, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha 2003, 82 s.
- Tlustoš, P. – Balík, J. – Hanč, A. – Vaněk, V. (1999): Pohyb dusíku v životním prostředí. Agrochémia 39(3): 12-14.