

# Základy půdní úrodnosti

Utváření vztahu k půdě

Zvyšování půdní úrodnosti bylo pro průkopníky ekologického zemědělství základem veškerého jejich úsilí. Přesto zachování úrodné půdy mnohdy nebyla věnována dostatečná pozornost. Ekologické zemědělství je však na přirozené půdní úrodnosti závislé. Oslabená a poškozená půda nám nemůže poskytnout to, co od ní očekáváme. Udržet úrodnost půdy vyžaduje velkou péči. Předkládaná brožura ukazuje půdní úrodnost z různých úhlů pohledu. Naším záměrem však nebylo vytvořit obecně platný „návod k použití“. Informace mají být spíše podnětem k tomu, aby se o vztahu člověka k půdě smýšlelo jinak a aby se tento vztah utvářel ve prospěch budoucnosti.



## Proč mluvit o půdní úrodnosti?

Půdní úrodnost je základem veškeré zemědělské činnosti – jsme děti Země. Ekologicky vitální půda neustále obnovuje svoji výnosovou schopnost. Pokud dostatečně nedbáme na její potřeby, půda tím trpí. Ztrácí svou živost, stává se citlivější vůči vlivům povětrnosti a erozi a výnosy se snižují. Takto způsobené škody se v ekologickém zemědělství dají čistě technickými prostředky jen stěží odstranit. Vyčerpaná nebo nemocná půda proto vyžaduje ozdravení za pomoci ekologicky účinných opatření, která jí pomohou k tomu, aby se sama opět regenerovala. I přes veškeré tlaky a problémy existuje spousta možností, jak můžeme učinit zadost naší odpovědnosti zemědělce za živou půdu. Vyplatí se to, a to nejen ekonomicky.

V šedesátých letech definoval vědec Ernst Klapp půdní úrodnost z praktického hlediska jako „přirozenou, trvalou schopnost půdy produkovat rostliny“. Je to podle něj schopnost půdy poskytovat bez pomocných prostředků a za vcelku stabilních výnosů všechno, co rostlina potřebuje ke svému růstu. Zemědělská věda od té doby komplexní pojem půdní úrodnosti do značné míry nahradila množstvím fyzikálních, chemických a biologických veličin. K úkolům vědy

» V mnoha oblastech cítíme, že jednoduché uvažování ve stylu „příčina-následek“ není schopné postihnout skutečnost živého světa. Je proto na čase – a je to důležitější než kdykoli dříve – abychom půdu chápali jako komplexní organismus a ne jako jednoduchý chemicko-mechanický model.

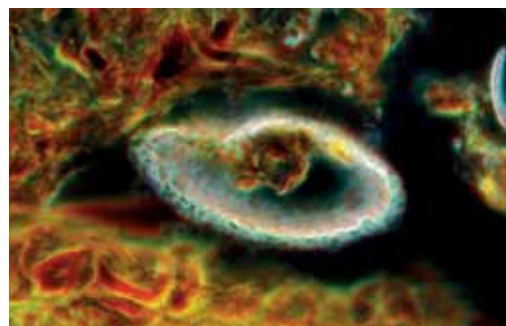
*Thomas Fisel, vedoucí poradenské organizace Bioland-Beratung*

patří, aby tyto detailní poznatky zprostředkovala praxi.

Řada praktiků si vytvořila svou vlastní strategii a techniku péče o půdní úrodnost. Naučili se jí na základě pozorování a spoléhali se též na svou intuici. Tyto poznatky a poznatky získané vědeckými experimenty a pozorováními se navzájem dobře doplňují. Předkládaná publikace má být podnětem k praktikování skutečně trvale udržitelné kultury úrodné a zdravé půdy, založené na osvědčených základech a na ověřování nových možností.

*Vydavatelé*

Obsah	
<b>Část 1: Základy půdní úrodnosti</b>	<b>3</b>
1.1 Průkopníci ekologického zemědělství	3
1.2 Půdní úrodnost – vývoj pojmu	4
1.3 Co rozumíme půdní úrodností v ekologickém zemědělství?	5
1.4 Nedocenitelný přínos půdních organismů	7
1.5 Jak využít možnosti šetrného zpracování půdy	9
<b>Část 2: Smyslové zjišťování půdní úrodnosti</b>	<b>11</b>
2.1 Přímá pozorování	11
2.2 Pozorování pomocí nástrojů	12
<b>Část 3: Zachovávání a zvyšování půdní úrodnosti</b>	<b>14</b>
3.1 Hospodaření s humusem	14
3.2 Osevní postupy napomáhající zachování humusu v půdě	15
3.3 Organická hnojiva	17
3.4 Zelené hnojení	20
3.5 Podpora doprovodné flóry místo hubení plevelů?	22
3.6 Utužení půdy a jak mu zabránit	24
3.7 Půdní eroze a jak jí zabránit	26
<b>Část 4: Budoucnost péče o půdu</b>	<b>28</b>
4.1 Převzít odpovědnost za klima	28
4.2 Zlepšit stabilitu agroekosystému	29
4.3 Nápad pro budoucí ekologickou péči o půdu	30



*Sféra humusu je úžasným prostorem života. Uprostřed jednobuněčný organismus.*

## Část 1: Základy půdní úrodnosti

### 1.1 Průkopníci ekologického zemědělství

Ekologické zemědělství se od začátku 20. století vyvíjelo jako moderní zemědělská metoda. Jeho historické kořeny jsou ovšem stejně staré jako zemědělství samotné. Po několika desítkách let se ekologické zemědělství praktikovalo a rozvíjelo jen na několika málo vzájemně propojených statcích. Více uznání se mu dostalo až v osmdesátých a devadesátých letech 20. století, kdy se také podstatně rozšířilo. Dříve než v této publikaci uvedeme dnešní stav poznatků o správném nakládání s půdní úrodností z celostních hledisek – z vědeckých i praktických zdrojů – poukážeme několika citáty našich „prarodičů“ na jeho kořeny:

#### Podněty půdní biologie

Statkář Albrecht THAER věděl (1821): „Tak jako je humus produktem života, je zároveň i jeho podmínkou.“ A zatímco většina vědců dala přednost zemědělské chemii, formuloval Charles DARWIN něco zásadního pro ekologické zemědělství (1882): „Pluh je jedním z nejstarších a nejcennějších lidských objevů; ovšem dávno předtím, než byl vynalezen, oraly půdu pravidelně žížaly.“

Nové mikroskopy umožnily na začátku 20. století poznat obrovskou rozmanitost půdního života, což s sebou přineslo rozvoj ekologického myšlení. Richard BLOECK napsal (1927): „Kulturní půda se činností mikroskopických organismů stala skutečným živým organismem.“ Opět se objevuje představa koloběhu. Alois STÖCKLI (1946): „...setrvalá a zvyšující se úrodnost půdy je možná jen za předpokladu koloběhu látek,“ ovšem „lidé se mnohdy brání přisoudit mikroskopickým půdním organismům v této souvislosti rozhodující význam.“ Spoluzakladatel ekologického zemědělství Hans-Peter RUSCH považoval koloběh života za podstatný (1955): „Živá hmota ... směřuje v koloběhu látek ke každému organismu k dalšímu použití.“ A rakouský půdoznalec Franz SEKERA zdůrazňoval (1951): „Půdním garé rozumíme vytváření drobtovité struktury půdními mikroorganismy.“

#### Světónázorové ideje a podněty

Rudolf STEINER na svém zemědělském kurzu (1923) učil: „Je třeba vědět, že hnojení musí spočívat v oživení země. ... A v semínku získáme obraz vesmíru.“ V Anglii řekla lady Eve BALFOUROVÁ (1943): „Jen ekologie, spojená s křesťanskými hodnotami, nás přivede k poznatku, že všechno na nebi i na zemi je součástí jednoho celku.“ A její zemědělský kolega sir Albert HOWARD uvádí (1948): „Matka země nikdy nehospodaří bez zvířat a vždycky pěstuje smíšené kultury.“ Ekologické zemědělství si podle něj musí vzít za vzor přirozený způsob hospodaření Matky země. Mina

HOFSTETTEROVÁ (1941), jedna ze švýcarských průkopnic ekologického zemědělství, považovala ženské kvality země za klíč k hlubšímu porozumění úrodnosti půdy. Matka země může k selce promlouvat, jestliže se v klidu a tichosti zaposlouchá: „... znovu nás to naučí, nebo nás zahubí.“

#### Proč mluvíme o „ekologickém“ či „biologickém“ zemědělství?

„Bio-logii“ ekologického zemědělství chápali jeho zakladatelé doslova jako školu života, jako obsáhlou životní a zemědělskou filosofii. Více než na jednotlivé chemické prvky se kladl důraz na životní společenstva organismů neboli „ekosystémy“, jež byly na vyšší úrovni zase chápány jako jednota v celku, jako „organismus“. Proto se v ekologickém zemědělství mluví o organismu půdy, statku a Země, stejně jako o „organickém zemědělství“ (organic agriculture) a zároveň o půdě, statku a Zemi jako ekosystému. Souhra a ustavičné trvání přírodního a sociálního života, které nejsou nahraditelné žádnou technikou a jež mnozí chápou v souvislosti s duchovním, božským působením, byly považovány za to podstatné. Aby se zdůraznilo, že všechno spolu souvisí, vznikla známá poučka „zdravá půda – zdravé rostliny – zdraví lidé“. Na tom záleží i dnes.

Nikola Patzel



Rudolf Steiner 1861–1925



Albert Howard 1873–1947



Mina Hofstetter 1883–1967



Maria Müllerová 1894–1969



Eve Balfourová 1898–1990



Hans Peter Rusch  
1906–1977

» Úrodná půda a nikoli ropa je nepostradatelným základem zemědělství. Proto patří půda do rukou, které o ni pečují, a ne do rukou spekulantů. Aby bylo možné zvládnout výzvy 21. století, musí se praktické zkušenosti zemědělců a poznatky univerzitního výzkumu ještě lépe propojovat a doplňovat.

Jürgen Heß, Univerzita Kassel, Witzenhausen, SRN



## 1.2 Úrodnost půdy – proměny pojmu

Když se začalo s aplikovaným zemědělským výzkumem, byl za nejvýznamnější měřítko úrodnosti považován výnos půdy. Jako ukazatel úrodnosti byl hodnocen obsah živin v půdě (především dusíku, fosforu a draslíku) – když se později objevila snadno dostupná umělá hnojiva, v očích mnoha lidí nahradila samotnou půdní úrodnost. Avšak s tím, jak se ztenčují zdroje, začíná se diskuse kolem tohoto pojmu opět ubírat jiným směrem. Efektivita přeměny živin a jejich využití v půdě se znovu dostávají do popředí jako měřítko úrodnosti půdy – a to i ohledem na výnosy.

### Půdní úrodnost je ekologický životní proces

Půda je životním prostorem pro obrovské množství mikroorganismů, živočichů a kořenů rostlin. Úrodná půda poskytuje zdravou úrodu při minimální potřebě hnojiv, prostředků ochrany rostlin a energie po celé generace. Půdní organismy v úrodné půdě efektivně přeměňují hnojiva v odpovídající výnosy, vytvářejí humus, chrání rostliny před nemocemi a spoluvytvářejí drobtovitou strukturu půdy. Takovou půdu lze snadno obdělávat, půda dobře přijímá dešťovou vodu a je odolná proti rozplavení a erozi. Úrodná

### Mezi porozuměním funkci půdy a požadavkem, aby půda „fungovala“

Dnes se někdy mluví o „kvalitě půdy“ místo o úrodnosti. Půdní kvalita je souhrn společensky oceňovaných funkcí půdy. Tento pohled může pomoci v tom, aby se porozumění půdě rozšířilo o dosud opomíjená hlediska.

Mezi nejdůležitější přirozené funkce půdy patří:

- produkční funkce: výnosy vysoké kvality odpovídající stanovišti
- transformační funkce: efektivní přeměna živin ve výnos
- ekologická funkce: životní prostor pro aktivní a rozmanitou flóru a faunu
- odbourávací funkce: soustavné odbourávání a přeměna rostlinných a živočišných zbytků a díky tomu uzavření koloběhu živin
- samoregulační funkce: nenechat se (trvale) vyvést z přirozené rovnováhy; například efektivně eliminovat původce chorob, kteří se dostanou do půdy, nebo je udržovat v přijatelných mezích
- filtrační, tlumicí a zásobní funkce: zachycování a odbourávání škodlivých látek; udržování živin v půdě; ukládání CO<sub>2</sub>

Paul Mäder



Na takovýchto „žížalích věžičkách“ je velmi dobře patrná soudržnost humusojilových komplexů a hlenů vylučovaných žížalami.

půda svou filtrační schopností pomáhá zajistit čistou podzemní vodu a neutralizuje kyseliny (pufr), které se ze vzduchu dostávají na její povrch. Úrodná půda také rychle odbourává škodlivé látky, například pesticidy. V neposlední řadě je úrodná půda efektivním zásobníkem živin a CO<sub>2</sub>. Přispívá tím k prevenci eutrofizace řek, jezer a moří a napomáhá ke zmírnění klimatické změny.

V pojetí ekologického zemědělství je úrodnost půdy především výsledkem biologických procesů, nikoli chemických živin. Úrodná půda je aktivní, sama si udržuje strukturu a má schopnost regenerace.

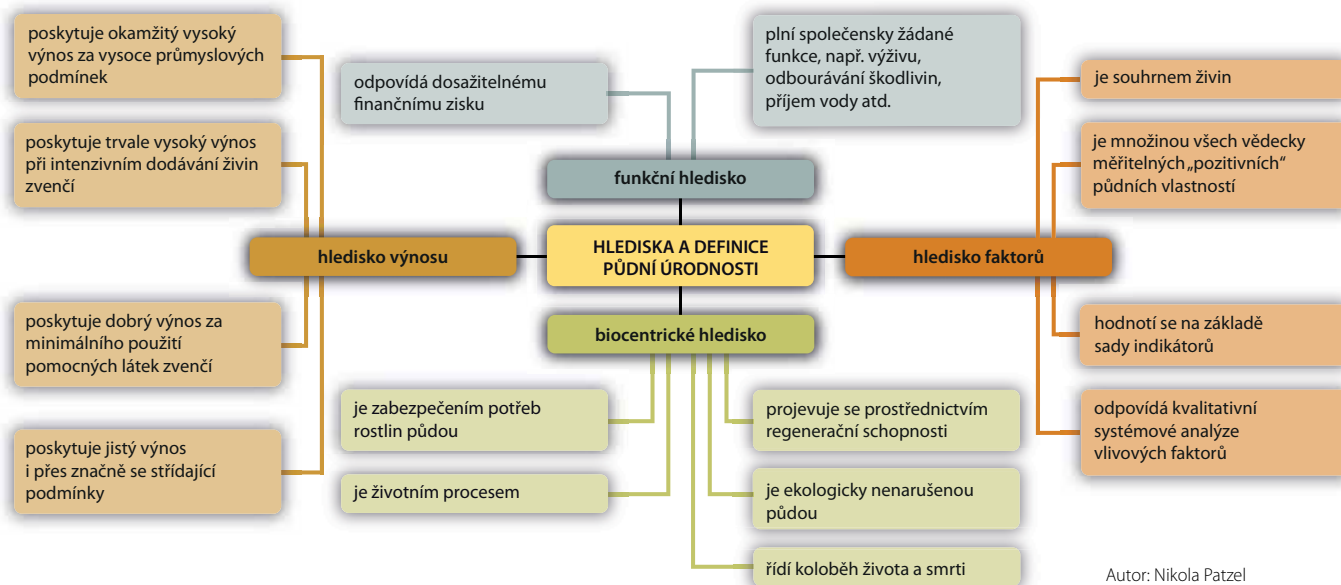
### Vědecká analýza úrodné půdy

Alternativou k pouhé chemii živin po dlouhou dobu byla snaha popsat půdní úrodnost pomocí chemie humusu, kdy se věda snažila vysvětlit a klasifikovat humus přímo na základě jeho chemické struktury. To vcelku k ničemu nevedlo. Dnes si všímáme jiných vlastností: dostupnosti živin, poměru C : N v organické hmotě a mikrobiální aktivity a kvality humusu v půdě. Tyto ukazatele slouží jako měřítko pro:

- přímou dostupnost živin pro rostliny – jaké prvky se nacházejí ve výluhu půdy horkou vodou?
- živiny nacházející se v biologickém koloběhu v lehce přístupné formě – jaký je podíl mikrobiální biomasy a jaký je v ní poměr C : N?
- stabilitu humusu: stabilní humus je těžší než živný humus – nakolik komplexní jsou jeho molekulární komplexy?

Paul Mäder

## Hlediska a definice půdní úrodnosti



Autor: Nikola Patzel

V zemědělství existuje mnoho různých hledisek a definic vztahujících se k půdní úrodnosti: vycházím z půdy (biocentrické hledisko), nebo z toho, co od ní chci (funkční hledisko)? Měřím úrodnost půdy výnosem, nebo podle různých vlastností půdy samotné?

### 1.3 Co rozumíme půdní úrodností v ekologickém zemědělství

„Půdní úrodností“ v ekologickém zemědělství máme na mysli v první řadě vlastnost živé půdy. Jelikož je úrodnost bytostným rysem půdního organismu, kterému nikdy neporozumíme beze zbytku, nemůžeme ji – podobně jako člověka – intelektuálně úplně pochopit ani ji zcela postihnout pomocí měřicích techniky. Proto mluvíme o půdní úrodnosti na základě komplexního vnímání půdy, jejích účinků na rostliny a vyšetření, respektive měření jednotlivých znaků.

Diagnózy a opatření uvedené v této publikaci se snaží upozornit na možnosti půdu pozorovat a popsat ji s ohledem na jednotlivé vlastnosti:

- **Fyzikální vlastnosti** zjistíme mj. pomocí tzv. rýčové zkoušky. Fyzikálně kvalitní půda poskytuje prostor k životu a aktivitě všem půdním živočichům a kořenům rostlin, s dostatkem vzduchu k dýchání. Úkolem zemědělce je stabilizovat půdní strukturu pomocí kořenů pěstovaných rostlin, postarat se o její únosnost a zabránit utužení maximálně šetrným použitím strojů.
- **Chemické vlastnosti** zjistíme měřením obsahu jednotlivých živin, případně i škodlivých látek, a také hodnoty pH (míra zásaditosti či kyselosti). Organismus půdy chemicky dobře vybavený a z něho rostoucí rostliny disponují všemi chemickými prvky a organickými sloučeninami nezbytnými ke své výživě. Komplexní produkty látkové výměny různých organismů podporují imunitní reakci rostliny. Vracením odebraných živin se snažíme udržovat tento stav ve zdravé

rovnováze. Jestliže předcházelo jednostranné vyčerpání, potřebuje půda nejprve kompenzaci.

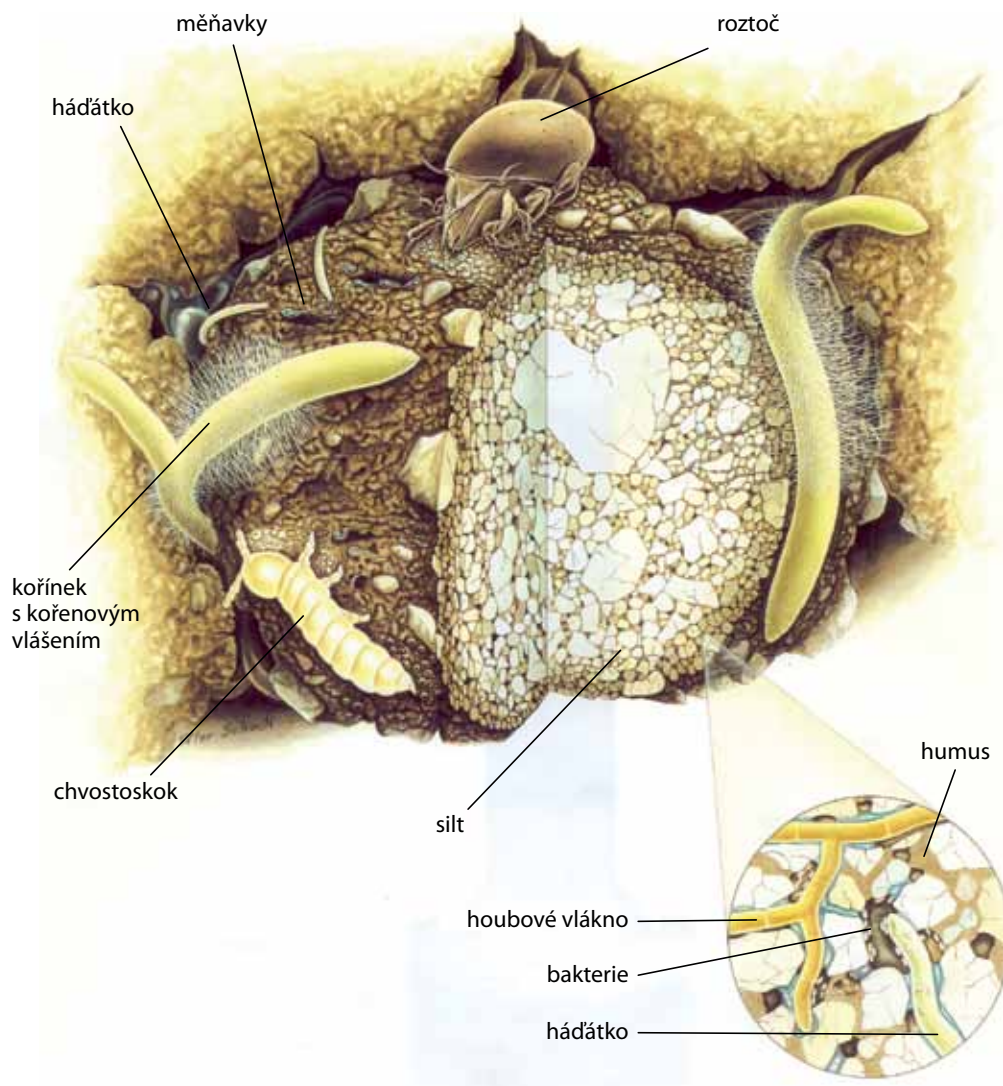
- **Biologické vlastnosti půdy** poznáme podle toho, jak je aktivní v průběhu látkové přeměny a podle výskytu viditelných stop půdních organismů. Funkční společenstva jsou odolná a v pravou chvíli aktivní. Všichni živočichové, rostliny i mikroorganismy navzájem spolupracují v samoregulační ekologické rovnováze. Úkolem nás zemědělců je porozumění půdní ekologii natolik, abychom vytvořili, resp. obnovili podmínky pro udržování této rovnováhy.

Úrodná půda, ke které přistupujeme jako k celistvému organismu, poskytuje každoročně dobré výnosy. V opačném případě je potřeba přezkoumat výše uvedené půdní vlastnosti, jestli u některé z nich nenastal problém.

Vydavatelé

» Současná společnost se od přírody bohužel velmi vzdálila. Proto je jen málo těch, kdo si uvědomují význam neporušené půdy. Intenzivní používání chemikálií v dnešním konvenčním zemědělství bude z historického hlediska hodnoceno jen jako kratičká epizoda, protože nemá pozitivní dopady ani na půdu, ani na život jako takový. Jen vysoká úrodnost půdy zajistí trvale udržitelnou a dostatečnou výživu lidstva.

Jean-Louis Colling-von Roesgen, ekologický zemědělec hospodařící na statku Carlshaff, Lucembursko



Na tomto půdním agregátu je dobře patrné, jak je v živé půdě prostřednictvím humusu všechno spolu propojené.

### Půda jako organismus

Jsem zemědělec a považuji za svůj úkol porozumět úrodnosti půdy a pečovat o ni. Časem jsem se ve své práci naučil dívat se na věci právě z pohledu půdy: půda je živý organismus, který má určité nároky! Ústřední otázka, která mě vede, zní: Čím jako zemědělec mohu prospívat přirozené půdní úrodnosti a naplnit tak svoji zodpovědnost? Přes veškeré dosavadní poznatky hledám a zkouším v tomto směru pořád dál.

V mé půdě žije zhruba 40 velikých dobytčích jednotek (VDJ) půdních organismů na hektar, z toho 8 VDJ žížal. To je poměrně mnoho, je to však vědecky prokázáný údaj. Už léta se snažím živit půdní organismy, tak jako krmím zvířata ve stáji. Posklizňové zbytky, odumřelé kořeny, kořenové



výměšky, statková hnojiva a další organické látky jsou pro ně zdrojem kvalitní výživy.

Při práci s půdou používám nářadí, jen když je to nezbytně nutné – v době, kdy jsou žížaly zrovna v zimní a letní klidové fázi v hlubších vrstvách. Vůbec je pro mě důležité, abych nenarušoval přirozené rozvrstvenou půdu.

Na svých polích se snažím o podporu rozmanitosti, vytvářím protiklady. Můj osevnický postup je pestrý a využívám smíšených kultur. Chci tím přispět k vyváženosti, k vytvoření rovnováhy v půdě. Tato metoda mé půdě očividně prospívá, zajišťuje nám dobrou produkci.

Sepp Braun, ekologický zemědělec  
hospodařící ve Freisingu, SRN



## 1.4 Nedocenitelný přínos půdních organismů

Úrodná půda je prostředím pro velké množství organismů, jež se podílejí na důležitých procesech. Žížaly a larvy hmyzu tím, jak hledají mrtvý rostlinný materiál, provrtávají horní vrstvu půdy. Jejich chodbičky půdu provětrávají, zároveň mohou spolu s půdními póry přijímat vodu jako mořská houba. Chvostokoci, roztoči a mnohonožky rozmělnují organickou drť. Mikroorganismy přeměňují zbytky živočichů a rostlin na cenný humus. Konečně bakterie rozkládají organické zbytky na jednotlivé chemické složky a draví roztoči, stonožky, brouci, houby a bakterie regulují případné škodlivé organismy.



Chvostokok (*Collembola*). S odbouráváním organického materiálu si u zdravé půdy nemusíme dělat starosti.

### Žížaly – budovatelé úrodných půd

Žížaly – s pouhou jednou generací a maximálně osmi kokony na jednoho živočicha a rok – se rozmnožují velmi pomalu. Jelikož se však dožívají pěti až osmi let, jsou nejdéle žijícími půdními živočichy a hrají v půdě nesmírně významnou roli.

Žížaly vytvoří v našich středoevropských půdách za rok 40 až 100 tun kvalitních výměšků na hektar. To odpovídá nárůstu půdy na poli o 0,5 cm a na louce až o 1,5 cm. Tento hodnotný materiál obsahuje průměrně 5krát více dusíku, 7krát více fosforu a 11krát více draslíku než okolní půda.

Intenzivní promísení organické hmoty s minerálními částicemi půdy, mikroorganismy a hlenovými

» Žížala je velice dobrým „zemědělcem“: svou práci vykonává spolehlivě, nic nestojí a nikdy si nebere dovolenou. Proto se o ni musíme dobře starat a především ji dobře krmit.

*Uwe Brede, ekologický zemědělec  
hospodařící v Hesensku, SRN*

výměšky žížal je předpokladem pro vznik stabilní drobtovité půdní struktury. Ta přispívá k tomu, že se půda tolik nerozplavuje, dá se snadněji obdělávat a lépe zadržuje živiny a vodu. Tímto způsobem žížaly prokypřují těžké půdy a zlepšují soudržnost písčitých půd.

Svémi obytnými chodbičkami se žížaly starají o dobré provzdušnění půdy. Především trvalé chodbičky vertikálně se pohybujících druhů žížal výrazně zlepšují příjem a ukládání vody. Půdy s vysokým výskytem žížal pojmu za silného deště 4–10krát tolik vody než půdy s malým výskytem žížal. Tím lze snížit povrchový odtok a erozi půdy. V neoraných půdách je možné najít až 900 metrů chodbiček na metr čtverečný do hloubky jednoho metru.

Žížaly na poli zapracují do půdy až 6 tun mrtvého organického materiálu na hektar a rok. Zároveň vynášejí do ornice materiál z podloží a tím ji obohacují. Ve svých chodbičkách a hromádkách také napomáhají výskytu a rozmnožování prospěšných půdních bakterií a hub. Po vtažení spadaného listu do půdy dojde k biologickému odbourání škodlivých organismů přebývajících v listech. Více než 90 procent chodbiček je osidlováno kořeny rostlin. Ty mohou díky tomu bez odporu pronikat do hlubších vrstev půdy a tam nacházet ideální podmínky pro výživu.



Množství kokonů v půdě ukazuje, jak dobře se zde daří žížalám.



Živočišné druhy obývající půdu, například žížaly, jsou tichými budovateli půdní úrodnosti. Intenzivní zpracování půdy jejich populace citelně omezuje.

### Jak žížaly chránit a podporovat?

Zemědělci mohou udělat velmi mnoho na podporu žížal. Zde jsou nejdůležitější body:

#### Zpracování půdy a mechanizace

- Pluh a rotační nářadí (rotavátory) by se měly používat jen v nezbytně nutných případech, protože mohou (podle doby použití) mnoho žížal usmrtit. Ztráty při orbě činí okolo 25 procent, u rotavátorů až 70 procent.
- V době, kdy jsou žížaly aktivní, tj. v březnu až dubnu a září až říjnu, by se měl zemědělec (intenzivního) zpracování půdy vyvarovat.
- Zpracování půdy v suchém a studeném stavu poškozuje žížaly mnohem méně, protože se zdržují v hlubších vrstvách půdy.
- Půdu co nejméně obracet; provádí-li se orba, pak způsobem „on-land“ (On-land pluh – polonesené pluh, které umožňují orat pozemek z libovolné strany bez rozorů a skladů. To značně usnadňuje další předsetovou přípravu půdy. Zabraňují utužení v hlubších vrstvách půdy.), aby se zabránilo utužení v hlubších půdních vrstvách. Rostlinné zbytky zapravovat jen povrchově, nezpracovávat je hluboko do půdy.

➤ Orbou se dosáhne jen časově omezeného prokypření ornice. Působení žížal je významnější a mnohostrannější. Žížaly budují komplexní systém chodbiček, který zajišťuje ideální zásobení půdy a rostlin vodou a živinami.

Lukas Pfiffner, FiBL, Švýcarsko

- Používat šetrné a minimální zpracování půdy. Vyhnout se těžkým strojům.
- Zpracování provádět jen u půdy dobře oschlé a nosné.

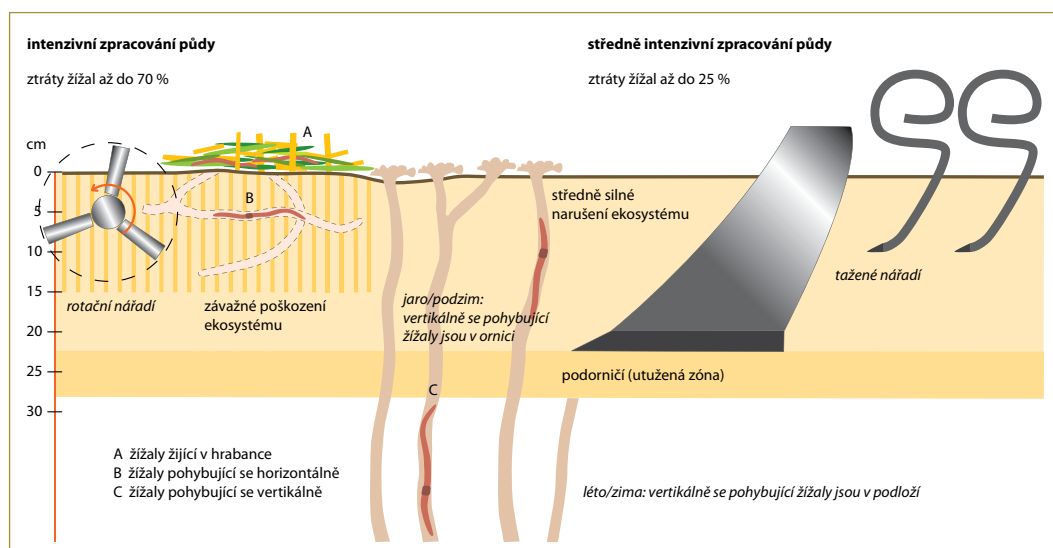
#### Osevní postup

- Pestrý osevní postup s víceletými, hluboko kořenicími mezplodinami s podílem jetelovin, nebo se zeleným hnojením a různorodými posklizňovými zbytky je pro žížaly dostatečným zdrojem potravy.
- Rostlinná pokrývka, především přes zimu, je velmi prospěšná pro rozvoj žížal. Půdní klid díky založení víceletých směsek je pro ně přímo balzámem.

#### Hnojení

- Rovnoměrně a dobře zásobená půda vyhovuje rostlinám i žížalám.
- Částečně rozložený hnůj je z hlediska potravy pro žížaly lepší než hnůj zkompostovaný (humifikovaný). Organická hnojiva zapravovat jen mělce.
- Zředěná a upravená (Úpravou kejdy se v podmínkách ekologického zemědělství rozumí přidavek bakteriálních přípravků a horninové moučky za účelem lepšího poutání čpavku. Kejda musí být dokonale vykvašená a tím stabilizovaná.) kejda má na žížaly pozitivní dopad. Naproti tomu neupravená kejda (čpavek!) může silně poškodit žížaly žijící v blízkosti povrchu půdy i jiné užitečné organismy.
- Kejdu aplikovat jen na půdu s momentální dobrou nasákavostí.
- Pravidelné vápnění (podle zjištěné hodnoty pH) je důležité, protože většina žížal se vyhýbá půdám s pH menším než 5,5.

### Vliv různé intenzity zpracování půdy na žížaly



Čím intenzivněji je půda obdělávána, tím vyšší jsou ztráty. Na jaře a na podzim jsou ztráty nejvyšší.



» Vždycky znovu užasnu, jak miliardy půdních organismů přesně vědí, co je třeba udělat. To velkolepé spolupůsobení, které v konečném důsledku umožňuje úrodné půdě existovat, podle mě nelze jednoduše a pohrdavě nazývat „náhoda“. Tady je opravdu namísto pokora.

*Martin Köchli, ekologický zemědělec z Buttwilu, Švýcarsko*

### Bakterie a houby – podceňování pomocníci

Jeden gram půdy obsahuje stovky milionů bakterií a stovky metrů houbových vláken. Mikroorganismy (i ty, které žijí v trávicím traktu zvířat) jsou schopny rozkládat rostlinný a živočišný materiál na jeho základní nerostné složky. Nejenže odbouráváním organických látek regulují koloběhy živin, ale jsou zčásti také schopny poutat vzdušný dusík a vytvářet symbiotická spojení s rostlinami. Bakterie a houby se podílejí téměř na všech mineralizačních procesech v půdě.

Mykorrhizické houby (kořenohouby) žijí v symbióze s rostlinami, infikují jejich kořeny a zpřístupňují jim mnohem větší půdní prostor, než by to dokázaly ony samy. Mykorrhizickým houbám jsou také připisovány pozitivní účinky na půdní strukturu. Symbiotické houby rovněž umožňují výměnu látek mezi rostlinami, které jsou jejich prostřednictvím spojeny. Zpracování půdy narušuje houbové mycelium v půdě, to je však schopno opět se obnovit.

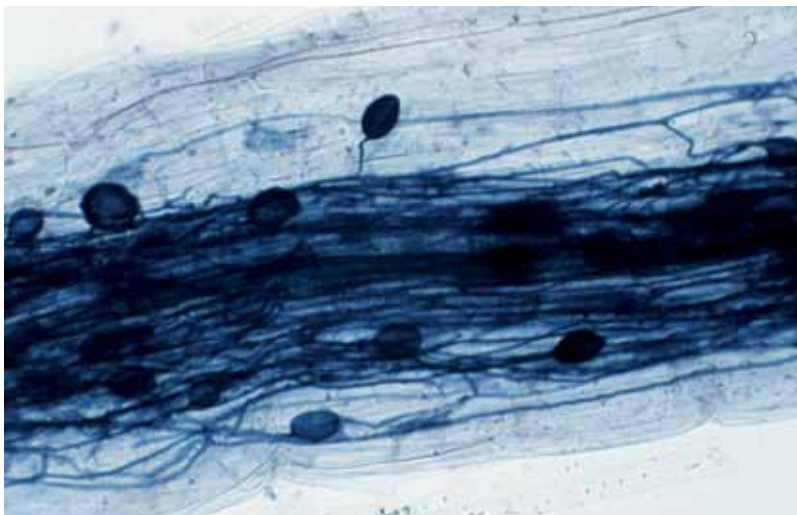
*Lukas Pfiffner, Paul Mäder a Andreas Fließbach*

## 1.5 Jak šetrně pracovat s půdou?

Velkoplošná degradace půdy začala již před několika tisíci lety vlivem jejího zkulturnění a intenzivního obdělávání, jež bylo často spojeno s nadměrnou zátěží zvířaty. Vynález oceli a zavedení dnešního pluhu obracujícího půdu tento proces, kdy se intenzivně mísí půdy, ještě zesílily. Použití traktorů umožnilo orbu na dosud nepředstavitelnou hloubku. Intenzivní využívání půdy vedlo v uplynulých 40 letech celosvětově ke ztrátě asi 30% ornice v důsledku eroze.

Krédem průkopníků ekologického zemědělství se stalo: půdu do hloubky kypřit a mělce obracet, aby se zachovalo přirozené rozvrstvení půdy. Snahy o redukování zpracování půdy jsou tedy v ekologickém zemědělství velmi staré. Prakticky se v šetrném využívání půdy záhy objevily inovativní technické postupy. Patří k nim například Keminkův systém (kypření půdy, stálé pojezdové řádky), dvojvrstvá orba a kypření ve dvou hloubkách. Systematický výzkum redukovaného zpracování půdy v ekologickém zemědělství však započal teprve před 20 lety.

Pokusy v podmínkách ekologického zemědělství ukázaly, že v důsledku redukovaného zpracování půdy dále roste obsah humusu v ornici, zvyšuje se biologická aktivita a zlepšuje se půdní struktura a také se zvyšuje schopnost zadržovat vodu dostup-



Vlákna (hyfy) endomykorrhizické houby s kulatými zásobními orgány (vezikuly) v kořenu rostliny. Jemná vlákna vrůstají i do těch nejmenších půdních pórů a získávají zde živiny a vodu. Mykorrhizické houby tak mohou mnohonásobně zvětšit aktivní povrch kořenů a zlepšit příjem živin a vody. Tyto houby jsou oslabovány hnojivy, prostředky ochrany rostlin a zpracováním půdy.

nou pro rostliny. To je důležitý výnosový faktor zvláště v suchých obdobích. Největší výzvou jsou ovšem i nadále plevele, zvláště traviny a vytrvalé plevele, a zapravení jetelotrávy bez hluboké orby.

Nutnost ještě pečlivějšího zacházení s půdou vedla prakticky i vědce k hledání nových řešení problémů spojených s redukováním zpracování půdy. Už jen použití on-land pluhu pomůže zabránit utužení podorničí. Nová nářadí, jako například pluh precilab, ecomat nebo stoppelhobel, umožňují mělké zpracování půdy. Různé systémy bez obracení půdy, jako je kypřič ecodyn, kombinují například plošné podmítací radličky s daleko od sebe připevněnými kypřicími hroty. S úspěchem se pokusně praktikoval dokonce i přímý výsev po zeleném hnojení. Inovace v regulaci plevele se očekávají také od robotické techniky.

Systémy obohacující půdu o humus získávají na významu také kvůli změně klimatu. Díky těmto inovacím má ekologické zemědělství šanci zvýšit produktivitu v polní produkci za využití biologických procesů a klimatické změně se postavit poutáním uhlíku v půdě.

*Paul Mäder*

» Jestliže se systém redukovaného zpracování půdy, především redukované hloubky zpracování, používá správně, napomáhá se tím rozvoji edafonu. Podpoří-li se tento efekt správným osevním postupem, lze tím přispět ke snížení utužení podorničí, k omezení negativního vlivu utužených podorničních míst v dříve orané půdě a k celkovému zvýšení nosnosti půdy. Povrch je díky vyššímu obsahu organických látek stabilnější, a to i proto, že půdní agregáty jsou více zpevnovány houbami.

*Harald Schmidt, Stiftung Ökologie und Landbau (SÖL), SRN*



*Tento kypřič s dvojitým hvězdicovým válcem je alternativou k diskovým bránám. Půdu hluboko kypří a mělce zpracovává. Toto nářadí lze doplnit také předradličkou a prutovými bránami k optimálnímu vmísení slámy do půdy.*

### **Vzorový příklad redukováného zpracování půdy**

O půdu jsem si dělal starost, ještě než jsem přešel na ekologický způsob hospodaření. Půda je totiž pro nás i pro následující generaci základem produkce zdravých potravin. Od přechodu na ekologii před 10 lety se snažím zpracovávat půdu už jen povrchově diskovými bránami, kultivátorem nebo kypřičem s křídlými radličkami. Toto zpracování je šetrné k žížalám a vytváří v půdě předpoklady pro vznik dobré struktury. Obsah humusu mohu zvyšovat nebo alespoň zachovávat pomocí osevního postupu s dvouletou jetelotrávou a hnojením kompostem. Mojí výhodou je, že nemám těžké půdy. Nemusím tak používat rotační nářadí k předseťové přípravě, poháněné vývodovou hřídelí. Po každé sklizni obilovin provádím důsledně podmítku kypřičem s křídlými radličkami. Ten celoplošně podřezává plevel, takže až na jednu parcelu s pcháčem zatím nemám žádné větší problémy.



V sedmiletém osevním postupu se bez pluhu úplně neobejdu. Zaorávám jím jetelotrávu. Ani před výsadbou brambor si zatím nemohu dovolit neorat kvůli výskytu drátovců. Brambory potřebují hluboké prokypření. S využitím nepřezimující směsky na zelené hnojení, skládající se z jetele alexandrijského, jetele perského, jarní vikve a svazanky, se nyní chci pokusit část pole neorat a místo toho ji zpracovat kypřičem a diskovými bránami. Také u řepky se většinou bez pluhu neobejdu, protože má vysoké nároky na seťové lůžko.

Místo normálního pluhu jsem si pořídil tříradličný on-land pluh. Pracuji s ním do hloubky maximálně 15 cm. Tento pluh je šetrný k půdě, je ale náročnější na nastavení a vyžaduje větší soustředění při jízdě než běžný pluh.

*Hansueli Häberli, ekologický zemědělec hospodařící v Kirchlindachu, Švýcarsko*



## Část 2: Smyslové zjišťování půdní úrodnosti

### 2.1 Přímá pozorování

Jak lze jednoduchými prostředky posoudit úrodnost půdy? Existuje několik metod, které dnes stejně jako dříve poskytují cenné poznatky o stavu půdy. Jde však především o to, abychom si udělali čas a blíže pozorovali rostliny, povrch i nitro půdy a její obyvatel.

» V ekologickém zemědělství se často volá po tom, aby lidé v praxi více chodili na pole s rýčem a zkoumali půdu – v praxi se s tím však setkávám jen velmi zřídka. Myslím, že by bylo dobré, kdyby se zemědělci více zabývali komplexním systémem půdy.

Harald Schmidt

#### Pozorovat rostliny

Samotná pěstovaná plodina je vždy tou nejdůležitější indikátorovou rostlinou. Jestliže se jí po celý rok dobře daří a je zdravá, poskytne uspokojivý výnos kvalitního produktu. Jestliže se tento výnos vytvoří bez lehké rozpustných dusíkatých hnojiv urychlujících růst a bez prostředků chemické ochrany rostlin, můžeme předpokládat vysokou půdní úrodnost. Jak vysoká je tato úrodnost, se ukáže zvláště při nepříznivém průběhu počasí během roku (za předpokladu plodin vybraných s ohledem pro dané stanoviště). Doprovodné rostliny jako pcháč nebo heřmánek ukazují poškození či nedostatky půdy, například utužení.

#### Interpretovat povrch půdy

Už povrch půdy leccos naznačuje o stavu půdy nacházející se pod ním. Je-li chráněn rostlinnou pokrývkou, vytváří se činností půdních organismů drobtovitý povrch. Poznáme jej podle obličejů půdních drobtů, které také zabraňují příliš silnému rozplavení a erozi půdy. Rozplavení a eroze tedy mohou poukazovat na špatný stav půdy. Se zvyšováním obsahu humusu rozplavení i eroze klesají.

#### Studovat půdní edafon

Činnost žížal, ale i drobnějších živočichů, jako jsou chvostokoci, je patrná podle otvůrků a vyústění chodbiček na povrchu půdy. Ty jsou viditelné zvláště na jaře, za předpokladu, že půdní organismy měly na povrchu půdy k dispozici organickou hmotu jako potravu. Na půdě je pak vidět spoustu drobných a několik větších dírek. Pomocí rýče můžeme zjistit i chodbičky v ornici. Také žížalí výměšky (žížalince) na povrchu půdy svědčí o vysoké aktivitě tohoto půdního aktivisty.

Nepřímým ukazatelem půdní úrodnosti je rychlost, s jakou jsou odbourávány rostlinné zbytky. Nejjednodušeji to lze zjistit podle rozkladu slámy. Pokud sláma zůstane po jednom vegetačním období na půdě beze změny, je to známkou málo aktivního půdního života.

#### Přivonět k půdě

Úrodná půda voní příjemně a ne odpudivě. Pro srovnání si můžeme přivonět k lesní půdě nebo k půdě na polní mezi. Jestliže půda páchne hnilobou, něco není v pořádku. Také kořeny mají svůj vlastní pach, který způsobují kořenové výměšky (exsudáty). Kořeny leguminóz mají příjemnou vůni, stejně tak pýr. V jejich blízkosti také často najdeme žížaly.

Stefan Weller, poradce svazu Bioland

*Dobré prokořenění je možné jen v kypré půdě. Pokud se křídlové kořeny, například řepky, bobu nebo cukrové řepy, dělí a takzvané mrcasatí, svědčí to o tom, že se v půdním horizontu nachází utužená nebo jinak narušená vrstva. Podle stavu kořenů lze také usuzovat na podmáčená nebo hnijící místa.*





## 2.2 Pozorování s použitím nástrojů

### Rýčová zkouška

Rýčová zkouška je osvědčená praktická metoda určená k posouzení půdní struktury. Před zpracováním půdy lze pomocí rýčové zkoušky zjistit, do jaké hloubky je půda vyzrálá. Pokud rostliny v suchém roce hůře rostou, dává se to často za vinu počasí. Co když ale narušená vrstva půdního horizontu omezuje hloubku prokořenění?

V letních měsících lze zjistit podmínky po výsevu a efekt zpracování půdy také podle stavu pěstovaných plodin. Odběr půdního bloku se provádí ve čtyřech krocích. Kromě plochého rýče je zapotřebí také kopáč pro obnažení kořenů.

1. krok: Zvolí se reprezentativní místo s ohledem na porost a povrch půdy. V každém případě by měly být odebrány 2 až 3 vzorky.
2. krok: Vpich rýče se provede tak, aby ve vyjmutém půdním bloku byla alespoň jedna pěstovaná plodina. Aby se dal půdní blok rýčem dobře vyjmout, vykope se na jedné podélné straně díra na úplnou hloubku rýče.
3. krok: Na klínu se rýčem obnaží úzké strany půdního bloku.
4. krok: Půdní blok se odryje ze zadní strany a blok se opatrně vyjme. Položení vzorku na opěru ve výši kyčlí usnadní posuzování.

**Důležité:** K tomu, abychom mohli posoudit vývoj půdy, nám pomůže fotografie povrchu půdy a poznámky o jeho stavu před odebráním prvního vzorku, a po každém dalším odebraném vzorku.

*Odběr vzorku rýčem, tzv. rýčová zkouška, vyžaduje velkou pečlivost.*

*Půdní blok by během práce s rýčem neměl být poškozen.*

*Při uvolňování z půdy je třeba blok přidržovat, aby se zabránilo jeho rozlomení.*



### Na co je třeba dbát u rýčové zkoušky



*Jsou na povrchu půdy znatelné zaoblené půdní droby a otvory vytvořené žížalami?*



*Nachází se mezi „horizontem A“, kde se provádí zpracování půdy, a „horizontem B“, tj. nezpracovávaným podložím, utužená podorniční vrstva? Na fotografii nahoře je v hloubce 10 cm patrná hranice.*



*Jsou hrany zlomu v ornici spíše oblé, nebo hranaté? Ostré hrany, jako na obrázku vlevo, jsou známkou toho, že půda musela vzdorovat velkým tlakům, například těžkým strojům, a že tvorba půdy půdními organismy neprobíhá dobře. Obrázek vpravo: oblé půdní droby pod hořčicí jako meziplodinou ukazují dobrou půdotvornou činnost edafonu.*



*Jaký tvar mají opatrně obnažené kořeny? Jsou rovné, pokřivené, nebo rozvětvené? Je vytvořeno velké množství jemných a postranních kořínků? Odpovídá délka kořenů roční době? Vyčnívají kořeny dole z odebraného bloku, což by bylo dobrým znamením?*

### Rýčová zkouška: příklad posouzení

Půdní blok zachycený na snímku byl odebrán při rýčové zkoušce v roce 2010 v porostu ozimé špaldy. Podnik hospodaří na půdě již několik let bezorebně.

Půdní povrch zde není patrný, na základě drobtovité struktury v horní vrstvě půdy však můžeme usuzovat i na stav povrchu půdy. Ten byl v době odběru v pořádku.

Horizonty jsou velmi dobře patrné. Zhruba uprostřed bloku půdy se nachází hranice zpracování půdy. Vidíme zde hloubku zpracování před výsevem špaldy, která je asi 15 cm.

Struktura půdy v horizontu obdělávané ornice je velmi dobrá. Patrné

jsou malé agregáty, špalda tuto část půdy dobře prokořeňuje, dosvědčuje to velké množství kořenů a kořínků. Půda se také snadno drobí, můžeme ji tedy hodnotit jako dobrou, až velmi dobrou.

Čím blíže se dostáváme k nezpracovanému podloží, tím větší a ostrohranější jsou části půdy. Kořeny jsou patrné a dole vyčnívají z půdního bloku. Špalda



může tuto půdu dobře prokořeňovat. Její hutnou strukturu lze interpretovat i jako přirozenou nosnost při bezorebném hospodaření. Tento stav půdy je možné hodnotit jako uspokojivý, až dobrý.

Hranice mezi zpracovávanou a nezpracovávanou půdou je dobře patrná. Kořeny rostou rovnoměrně dolů a dešťová voda se nehromadí (chodbičky žížal). Škodlivé zhutnění a přirozeně hutnou strukturu

v hlubších vrstvách bez znalosti obhospodařování od sebe často téměř nelze rozlišit, zvláště je-li půda dosud prokořenitelná. Posouzení takové půdy pomocí odběru vzorku půdní sondou v takovém případě nepomůže.

Do hodnocení je třeba zahrnout i postavení špaldy v osevním postupu. Lze předpokládat, že nebyla vyseta první rok po jetelotrávě. Pokud byla vyseta jako druhá nebo třetí následná plodina (se zařazením meziplodin) je celkový dojem zkoušky dobrý.

*Stefan Weller, poradce svazu Bioland*

### Půdní sonda (penetrometr)

Půdní sonda je železná tyč, případně vybavená měřičem a ukazatelem tlaku. Tato sonda měří odpor půdy proti vnikání, tedy její hustotu. Tyč sondy se rovnoměrným tlakem vtlačí do půdy. Jestliže dojde ke zvýšení půdního odporu, nachází se v příslušné hloubce zhutnění (nebo kámen). Hloubku lze na sondě odečíst nebo ji lze zjistit metrem. Měření by se mělo několikrát opakovat. Přesné informace o tom, jak to v půdě vypadá, nám však půdní sonda neposkytne. Máme-li podezření na problémy s utužením, měli bychom provést výkop.

### pH metr

Hodnota pH ukazuje kyselost, respektive zásaditost půdy. Má dopad na přístupnost živin pro rostliny a významně ovlivňuje půdní organismy.

K měření pH se osvědčil pH metr Hellige. Měření by se nemělo provádět jen na povrchu půdy. Je dobré znát pH i v hloubce 10 a 20 cm. Tato hodnota může být v různých vrstvách půdy velmi rozdílná. Hodnotu pH lze ovlivnit hnojením, aplikací horninové moučky a vápněním.

*Stefan Weller*

» Rýčová zkouška je jednoduchou, ale velmi dobrou možností, jak na poli samostatně posoudit stav půdy. Rýčová zkouška mi půdu velmi přiblížila.

*Georg Doppler, ekologický zemědělec hospodařící ve Waizenkirchenu, Horní Rakousy*

*Při použití pH metru Hellige se půda rozmíchá s indikačním roztokem a hodnota se odečte na barevné stupnici.*





## Část 3: Zachovávání a zvyšování půdní úrodnosti

### 3.1 Hospodaření s humusem

Většina problémů s půdou v ekologickém zemědělství souvisí s tvorbou humusu. Humus je pro půdní úrodnost rozhodující:

- Humus na povrchu agregátů působí jako jejich obal; v místech, na kterých se velké hroudy přednostně dělí (místa zlomu), zůstávají malé drobty zachovány. Humusové obaly drobty impregnují a chrání je tak před nadbytkem vody; díky tomu drobty za deště tak rychle neprasknou a půda se tolik nerozplavuje.
- Humusem bohaté drobty těžších půd se navzájem tolik neslepují. Díky tomu lze půdu zpracovávat v širším vlhkostním rozmezí. Humus nejenže zlehčuje těžké půdy, ale na druhou stranu svým tmelícím účinkem zvyšuje soudržnost lehkých půd!
- V drobtovitých, nerozplavených půdách se do hlubších vrstev půdy nevymývá tolik jemného materiálu. I vsakování dešťové vody probíhá rychleji. Tím se také snižuje eroze. V těchto půdách



Zelená hmota a hnůj získávají kompostováním charakter humusu a stávají se tím cennější pro zachování půdní úrodnosti.

» Uděláme si někdy čas na to, abychom půdu a rostlinu vnímali všemi smysly a ne jen povrchně, když po ní přejíždíme? Rozvíjíme pro své půdy a rostliny cit, místo abychom se řídili obecnými recepty? Zachováváme si zvědavost a ochotu učit se, abychom komplexnímu systému půdy čím dál lépe rozuměli?

Nikola Patzel, FiBL

mohou kořeny pronikat hlouběji a získávat vodu i za sucha v dolních vrstvách půdy. Tyto půdy mají lepší vodní režim.

- Více humusu současně znamená více potravy pro bakterie, houby a další organismy žijící v půdě. Aktivnější půdní organismy rovněž omezují populace původců chorob rostlin.
- Zelené části rostlin v půdě rychle zetlí do podoby živného humusu, který je potravou půdních organismů. Zdravatelný rostlinný materiál a mrtvé mikroorganismy jsou naproti tomu odbourávány pomaleji. Spojují se s jílovými minerály a vytvářejí humuso-jílový komplex, trvalý humus.
- Stanovištní podmínky do značné míry ovlivňují, zda jsou půdy bohaté či chudé na humus. Těžké a vlhké půdy bývají spíše humózní, suché písčité a sprašové půdy spíše chudé humusem. Dopady odbourávání humusu v důsledku osevního postupu, který není trvale udržitelný, začnou být patrné většinou až po několika letech. Stejně tak tvorba humusu prostřednictvím osevního postupu vyžaduje několik let. Nedostatek humusu lze během osevního postupu částečně kompenzovat zapravováním zelené hmoty nebo kompostovaného hnoje. Nakoupený hnůj a kvalitní komposty však také něco stojí.
- Zvýšení obsahu humusu s sebou nese utváření aktivnější a drobtovitější struktury půdy, která tak lépe poskytuje rostlinám dusík. Snížení obsahu humusu má za následek tvrdší, rychleji rozplavitelnou půdu se sklonem k utužení a se slabším uvolňováním dusíku pro rostliny.



### Jak mohu zvýšit obsah humusu v půdě?

- Zapravováním kompostovaného hnoje se do půdy dostávají vyvrážděnější humusové komplexy, které do značné míry odolávají odbourávání a přispívají k výstavbě humusu v půdě.
- Dřevnaté posklizňové zbytky se odbourávají jen pomalu a prospívají spíše pomaleji rostoucím půdním houbám odbourávajícím lignin, které se podílejí na zvýšení rozmanitosti půdní flóry. Tyto posklizňové zbytky přispívají k tvorbě trvalého humusu.
- Víceletá jetelotráva v osevním postupu přináší do půdy vedle tvorby humusu i velké množství snadno odbouratelné kořenové hmoty a dodává tím v první řadě živiny pro žížaly a mikroorganismy.

### Bilance humusu

Cílem každého hospodaření s půdou by mělo být dosažení přinejmenším vyváženého zůstatku humusu na každém honu po uplynutí jedné rotace. Zda tohoto cíle dosahujeme nebo ne, můžeme zjistit pomocí humusové bilance.

Metody stanovení bilance humusu vycházejí většinou z odhadů a výpočtů, v závislosti na osevním postupu a způsobu obhospodařování. Pro stanovení bilance v ekologických podnicích je vhodných jen několik málo metod, jako například REPRO/Hülsbergen nebo Kolbeho stanovištní metoda. Přitom platí národní standardy. Také srovnání humusové bilance různých podniků je možné jen s jistou opatrností. Měření humusu se doporučuje provést jednou za několik let. Nezáleží však jen na celkovém množství humusu, ale také na kvalitě trvalého humusu a na obratu živného humusu.

*Alfred Berner*

## 3.2 Osevní postupy podporující zachování humusu v půdě

Příliš jednostranná orientace na trh vede i v ekologickém zemědělství k tomu, že kvůli krátkodobým hlediskům se někdy nerespektují zásady střídání plodin: osevní postupy se zužují a stávají se jednostrannými a zmenšuje se podíl jetelotrávy. I při plánování osevního postupu v ekologickém zemědělství by se měl brát ohled v první řadě na půdu. Kdo pěstuje pouze tržní plodiny s nejvyšším finančním ziskem z hektaru a upouští od pěstování pícnin na orné půdě, může

mít v budoucnu velké problémy s půdní úrodností a chorobami rostlin. Dobrý osevní postup musí z dlouhodobého hlediska zvyšovat obsah trvalého humusu v půdě nebo přinejmenším zachovávat vyrovnanou bilanci a bránit rozvoji chorob, škůdců a plevelů.

Ústředním bodem každého osevního postupu v ekologickém zemědělství je jetelotráva. Pod jetelotrávou si půda odpočine, a je-li to víceletá kultura, může se tvořit humus. Semena plevelů jsou omezoována v klíčení, choroby a škůdci jsou potlačováni a zvýšenou aktivitou půdních organismů odbouráváni. Čím déle jetelotráva roste, tím vyšší je její předplodinová hodnota. Tříleté jetelotrávní směsky účinně potlačují dokonce i pcháče. Zelené hnojení vzhledem ke své krátké době pokrytí půdy může význam jetelotrávy nahradit jen zčásti.

Z dlouhodobého hlediska se vyplatí široký a pestrý osevní postup s vysokým podílem pokrytí půdy a střídáním období zpracování půdy a sklizně.

*Hansueli Dierauer*



*Jetelotráva má pozitivní vliv na půdní úrodnost. Bez leguminózy jako hlavní plodiny v osevním postupu není trvale výnosné ekologické zemědělství možné.*

➤ Pomocí promyšleného hospodaření s humusem můžeme zachovat úrodnost našich půd a nemocné půdy regenerovat. Jde zejména o hnojení hnojem a kompostem ve spojení se zeleným hnojením a pěstování leguminóz a podle daných podmínek vhodné zpracování půdy.

*Peter Neessen,  
ekologický zemědělec hospodařící  
na statku Terrenhof v St. Vithu, Belgie*

Posklizňové zbytky některých plodin	
plodina	posklizňové zbytky v q sušiny na ha a rok
brambory, cukrovka	6 – 10
pícnina jako podzimní meziplodina	9 – 18
obiloviny, hrách, kukuřice, řepka, bob	10 – 20
pícnina jako přezimující meziplodina	15 – 30
podsevy k podzimnímu využití	20 – 40
jetelotrávní a vojtěškotrávní směsi	30 – 65

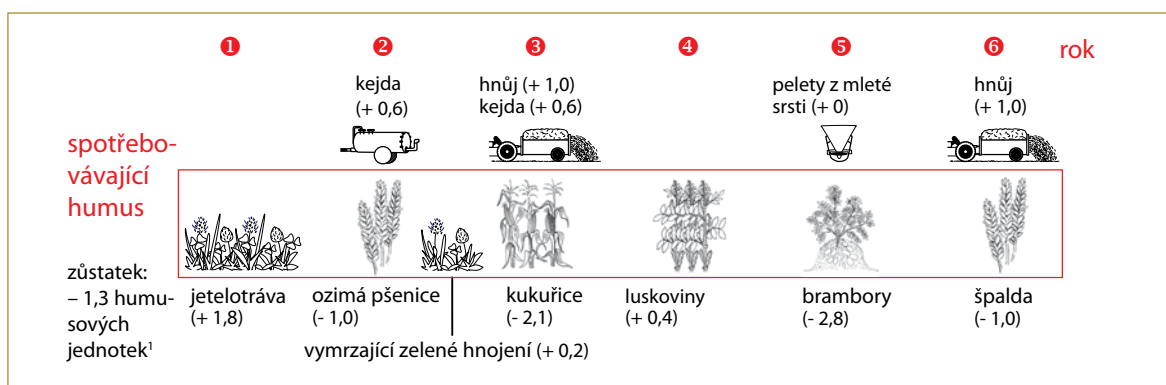
Zdroj: Lehrmittel Bodenkunde (Učebnice půdoznalství), edition-Imz

### Zásady pro oseední postupy podporující tvorbu humusu

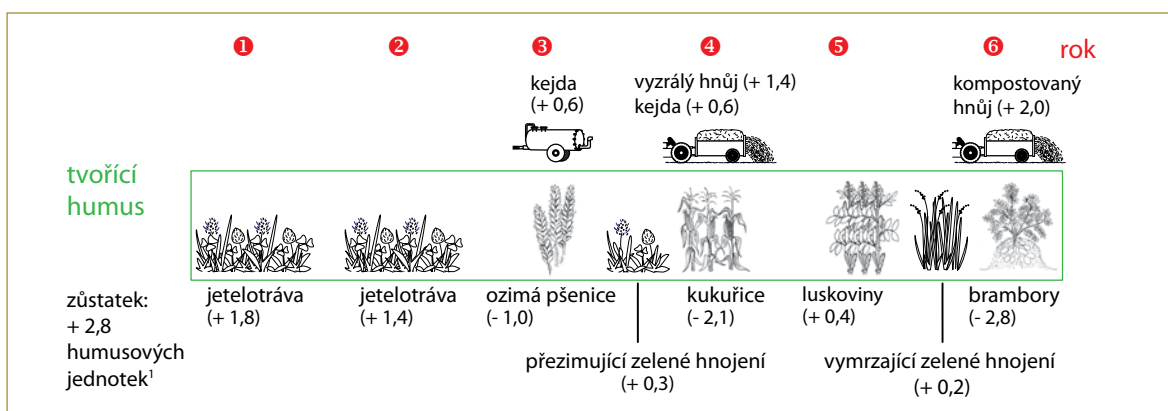
- Minimálně 20 % jetelotrávy v oseedním postupu kvůli zvýšení půdní úrodnosti a potlačení plevelů.
- Maximálně 60 % obilovin v oseedním postupu a nanejvýš 20 % jedné plodiny, aby se zabránilo výskytu chorob.
- Střídání listových a stébelnatých plodin, plodin spotřebovávajících humus a plodin podporujících tvorbu humusu, ozimých a jarních plodin, časných a pozdních výsevů, aby se zabránilo vyčerpávání půdy a problémům s chorobami přenášenými půdou a problematickými plevely.
- Pěstování meziplodin a zeleného hnojení kvůli získání živin a humusu a rovněž kvůli ochraně půdy před erozí.

### Modelové příklady jednoho oseedního postupu zvyšujícího a jednoho snižujícího obsah humusu v půdě

Zvláště oseední postupy s převahou okopanin v praxi často vykazují negativní bilanci humusu. Na základě následujících příkladů chceme ukázat, že i oseední postupy s okopaninami, které mají velké nároky na živiny a spotřebovávají humus, a s průměrným zatížením 0,5 až 0,8 VDJ/ha, mohou dosáhnout vyrovnané, až pozitivní bilance humusu.



Oseední postup spotřebovávající humus: tento oseední postup počítá jen s hnojem a disponuje jen jednoletou jetelotrávou. Jelikož se hnůj použije ke kukuřici a špaldě, musí zemědělec k bramborám použít nakoupené organické hnojivo. V kombinaci pouze s jedním vymrzajícím zeleným hnojením (např. hořčice) dochází kvůli okopaninám k odbourávání humusu.



Oseední postup vytvářející humus: tento oseední postup obsahuje dvouletou jetelotrávu, která významně přispívá k tvorbě humusu. Jedna dávka vyzrálého hnoje a jedna dávka hnoje kompostovaného přináší do půdy mnoho stabilní organické hmoty, dvojitě zelené hnojení (např. jetelotráva, oves na zeleno) je zdrojem množství zelené hmoty. I přes dvě plodiny, které spotřebovávají humus (brambory jen jako příklad), je humusová bilance tohoto oseedního postupu pozitivní. Podniky bez statkových hnojiv mohou svou humusovou bilanci zlepšit velkými dávkami rostlinného kompostu.

<sup>1</sup>) Podklady pro výpočet: humusové jednotky zjednodušeně podle Leitholda a Hülsbergena, časopis Ökologie und Landbau, č. 105, 1/1998, str. 32–35. Předpoklady: dávka keжды: 30 m<sup>3</sup>, zředění 1:1; dávka hnoje: 20 t/ha.



Odrůdy s dlouhým stéblem se díky vysoké produkci slámy podléhají i na tvorbě humusu.

### Půdní únava jako výzva

Pokud některý rostlinný druh nebo skupinu druhů nelze ani po přestávce trvající tři až čtyři roky na pozemku úspěšně pěstovat, bývá tento jev označován jako únava půdy. Známý je především u jableň, růží a leguminóz. Půdní únava může být způsobena nahromaděním původců chorob, jednostranným vyčerpáním půdy s ohledem na nepostradatelné živiny, jedovatými látkami vyměšovanými rostlinami (alelopatie), špatnou strukturou půdy nebo kombinací těchto faktorů.

Leguminózová únava půdy se pro ekologický podnik může stát problémem. Projevuje se rok od roku klesající vitalitou jetelotrávy a luskovin. Příčinou je ekologická nerovnováha v půdě (rozvoj původců chorob a škůdců). V současnosti se mnohé doposud neznámé souvislosti vědecky zkoumají. Řešení musí být individuální – na úrovni podniku a vyžaduje kompetentní poradenství.

» Dlouhodobé zkušenosti ukazují, že osevnický postup s dvouletou jetelotrávou ještě nezaručuje, že obsah humusu zůstane zachován, už vůbec ne v půdě s vysokou hladinou humusu. Rozhodující může být i to, kolik posklizňových zbytků na poli zůstane nebo je vráceno.

Alfred Berner, FiBL

## 3.3 Organická hnojiva

Nejdůležitějšími organickými hnojivy v ekologickém zemědělství jsou hnůj a kejda z chovu zvířat, komposty a zelená řezanka z rostlinné produkce. V poslední době se také častěji používají kvasné substráty (digestáty) z bioplynových stanic.

Tato organická hnojiva mají různou kvalitu, kterou působí na půdu: z fyzikálního hlediska – od tekuté až po pevně strukturovanou, z chemického – od jednoduše nerostné až po komplexně organickou, z biologického – od jednostranné po různorodou.

### Kompost

Kompost je výsledkem procesů přeměny. Obsahuje stabilizovanou organickou hmotu sloužící k tvorbě humusu a půdě poskytuje soubor živin s vysokým zastoupením fosforu. Studie opakovaně ukazují, že kompost napomáhá rozvoji edafonu a úrodnosti půdy o něco více než jiná organická hnojiva: kompost spoluvytváří půdu. Zatímco kompostovaný hnůj je i dobrým zdrojem dusíku, rostlinný kompost má v tomto smyslu jen malý hnojivý účinek.

V praxi se osvědčilo, a to i ekonomicky, společné kompostování komunálního zeleného odpadu s vlastním hnojem; z příspěvků za kompostování komunálního odpadu mohou být uhrazeny rovněž náklady na překopávač a práce spojená s kompostováním. V každé zemi platí různá zákonná ustanovení, která je třeba dodržovat.

Pohnojí-li se rychle rostoucí plodiny mladým kompostem obsahujícím velký podíl ligninu, může to především na jaře vést k přechodné imobilizaci dusíku v půdě. Pro takové případy jsou vhodnější vyželejší komposty, které obsahují i určitý podíl dusičnanů. Doplňkové hnojení organickým zdrojem lehce dostupného dusíku, například kejdou, může toto riziko snížit (řechový test).



Výroba (mikro-)biologicky vysoce kvalitního kompostu, který nebude znečišťovat životní prostředí a bude posilovat rostliny, vyžaduje dobré znalosti a patřičnou zkušenost.



### Na co je třeba dbát při kompostování zelené hmoty a hnoje?

- Kompost se nesmí přemáčet (vyzkoušet smáčkutím kompostu v hrsti). V případě potřeby ho zakrýt.
- Kompost nesmí přeschnout. V případě potřeby ho při překopávání zavlažit.
- Překopání kompostu podporuje přeměnu materiálu.
- Přidání zeminy (10 %) podporuje vznik stabilních humusových komplexů.
- Minimální teplota 50 °C při přeměně má sanitární účinek a ničí semena plevelů.

### Kejda

Kejda obsahuje množství rychle dostupného dusíku v čpavkové formě a rychle mineralizující organické látky, které až tak nepřispívají k výstavbě humusu. Její velkou předností je ale rychlý, cíleně využitelný hnojivý účinek ve vegetačním období.

Kejda by se měla aplikovat pokud možno za vlhkého počasí na nasákovou půdu, aby se minimalizovaly ztráty živin a omezilo se škodlivé působení na vzduch a vodu. Dostane-li se na půdu příliš velké množství kejdy, může vznikající čpavek popálit žížaly žijící v blízkosti půdního povrchu. Dobře rozvinutý půdní život však dokáže mírné dávky zředěné nebo upravené kejdy v množství asi 25 m<sup>3</sup>/ha pojmout do potravního řetězce a tím je vrátit do organického koloběhu.

### Hnůj

Hnůj je jakožto směs rostlinných a živočišných látek vyváženějším hnojivem než kejda. Jeho kvalita je však

značně závislá na způsobu uložení. Pro tvorbu půdy a výnos je vyzrálý hnůj a hnůj kompostovaný podstatně lepší než čerstvá mrva nebo (zahnívající) hnůj z hnojiště u stáje. I když se bere v úvahu jen dusík, má lepší účinek ošetřený hnůj, protože nedochází k imobilizaci dusíku nerozloženou slámou ani k poškozením v důsledku přítomnosti kusů hnoje. Kompostovaný hnůj se při delší době uložení blíží svou kvalitou kompostu. Zvláštním případem je hnůj z volného ustájení, který většinou ještě vyžaduje mechanické prokypření, aby se mohl rozkládat a posléze aplikovat.

### Správně odhadnout účinek dusíku

Nakolik hnojivo působí jako hnojivo dusíkaté, závisí nejen na obsahu dusíku, ale také na poměru uhlíku a dusíku (C : N). Kejda má například poměr C : N 7 („úzký“), sláma 50–100 („široký“), kompost zhruba 20–30. K rychlému pohnojení dusíkem dochází při C : N do přibližně 10. S rostoucím poměrem C : N působí organická hnojiva dlouhodoběji a více přispívají k výstavbě humusu. Rychlost příjmu dusíku však značně závisí také na obecné dostupnosti dusíku v půdě, tedy například na přítomnosti dusíku z kořenových výměšků leguminóz, na teplotě a vlhkosti půdy a také na diverzitě a vitalitě edafonu.

➤➤ Hnůj by se měl na půdu dostávat jako hnědý vyzrálý hnůj nebo hnůj kompostovaný a ne jako nazelenalý hnůj z hromady na hnojišti u stáje; tehdy bude jeho přeměna půdními organismy nejlepší.

Alfred Berner, FiBL



V látkovém koloběhu půdy a v její úrodnosti hrají obvykle hlavní roli krávy. Trávení, mléko a hnůj u krávy živí se rozmanitým objemným krmivem se přitom prokazatelně liší od krávy vyživané s důrazem na bílkovinu.

## Kvasné zbytky jako hnojivo?

Od vzniku bioplynových stanic existuje možnost hnojit kvasnými zbytky. Digestát vzniká často ze stejných výchozích substrátů jako kompost (kejda, hnůj, rostlinný materiál atd.) a obsahuje podobné množství živin a organické hmoty. Vzhledem k odlišnosti rozkladných procesů při kompostování a při fermentaci v bioplynové stanici je však účinek hnojiva z kvalitativního hlediska velmi rozdílný: kompost vzniká za přístupu kyslíku aerobní přeměnou, jeho organická hmota je za pokročilejší zralosti stabilizovaná. Naproti tomu digestát vzniká bez přístupu kyslíku anaerobním kvašením, tzn. hnitím, a při aplikaci v něm dosud naplno probíhá proces odbourávání. Pro případné použití digestátu proto platí:

- Tekutý digestát (kvasná kejda) obsahuje velké množství amonia ( $\text{NH}_4^+$ ), které při vysychání snadno uniká jako čpavek ( $\text{NH}_3$ ). Kvasná kejda by se proto měla aplikovat za chladného, vlhkého a bezvětrného počasí na půdu, která je schopna ji pojmout; aplikuje se taženou hadicí nebo botkou, anebo metodou podpovrchové řádkové aplikace, případně i jako neředěná. Je třeba zabránit vzniku anaerobních podmínek vedoucích k tvorbě rajského plynu ( $\text{N}_2\text{O}$ ).
- Vlhký pevný digestát může být rychlým zdrojem živin, jeho přínos k dlouhodobé výstavbě humusu je však nejistý a přínos k tvorbě půdní struktury téměř žádný. Jestliže digestát vysychá, uniká z něj čpavek! Vlhký digestát lze dále kompostovat a získat tak kvalitní kompost. Aby se snížily ztráty čpavku, je vhodné přimístit částečně rozložený dřevitý materiál.

Hnojení digestátem je v ekologickém zemědělství povoleno jen s omezeními (je třeba řídit se příslušnými směrnici).

*Alfred Berner a Jacques Fuchs*

### Mají ekologické podniky problém s nedostatkem fosforu?

V podnicích, které do půdy nedodávají živiny, se limitujícím faktorem může stát obsah fosforu v píci nebo hnojivech. Jednou z možností, jak nedostatek fosforu odstranit bez nákupu fosfátů, je hnojení hnojem nebo kompostem. Pěstování leguminóz a podpora aktivity půdních mikroorganismů mohou mobilizovat větší množství fosforu vázaného v půdě. Podniky, v nichž i přes vyrovnanou bilanci fosforu rostliny nebo zvířata trpí nedostatkem P, vykazují často vysokou hodnotu pH v půdě. Vysoké pH ztěžuje příjem fosforu rostlinami.



Z pevného kvasného substrátu (digestátu) vzniká aerobní přeměnou kvalitní hnojivo.

### Obsah základních živin (v kg/t) v organických hnojivech (v čerstvé hmotě)

	C <sub>org</sub>	N <sub>org.</sub>	N <sub>min.</sub>	P	K
hnůj z volného ustájení <sup>1</sup>	175	4,0	1,3	1,0	9,0
hnůj z hnojiště <sup>1</sup>	150	4,1	0,8	1,4	5,5
kompostovaný hnůj <sup>1</sup>	106	4,6	1,0	2,0	6,6
kompostovaná zelená hmota	214	6,7	0,3	0,1	4,2
pevný digestát	235	5,7	0,3	0,1	4,2
kejda 1 : 1 <sup>1</sup>	35	0,9	1,2	0,4	6,6
tekutý digestát	61	2,0	2,0	0,9	3,3

<sup>1</sup> statková hnojiva pocházející od dojnic

Zdroj: GRUDAF, CH, 2009

Organický dusík je střednědobě až dlouhodobě dostupný pro rostliny, naopak minerální dusík mohou rostliny nebo mikroorganismy přijímat rychle. Snadno ale dochází k jeho ztrátám. V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty. Zvláště obsah fosforu v hnojivech může značně kolísat, a to podle druhu a složení krmiva.

➤➤ Jestliže byly půdy po staletí vysávány a vyčerpávány, máme jako zemědělci povinnost a dluh těmto půdám pomoci v tom, aby opět byly v pořádku.

*Sepp Braun, ekologický zemědělec  
hospodařící ve Freisingu, SRN*

### 3.4 Zelené hnojení

Pro pěstování zeleného hnojení existuje mnoho dobrých důvodů. Zelené hnojení přispívá ke zlepšení kvality půdy, omezuje výskyt chorob rostlin způsobovaných osevnickým postupem a pomáhá poutat živiny ze vzduchu nebo je mobilizovat z půdy. Zelené hnojení je v podnicích s omezeným chovem nebo bez chovu zvířat jednou z nejvýznamnějších možností výživy půdy a tvorby humusu.

Žádné zelené hnojení však nedokáže splnit všechny nároky a přání. Podle toho, čeho se má zeleným hnojením dosáhnout, připadá v úvahu výsev jedné plodiny nebo jejich směsí. Směs s travinami bývá obvykle vhodná tehdy, využívá-li se zelené hnojení zároveň jako píče. Čistě ke hnojení jsou vhodné i směsi bez travin.



*I přes nároky na čas, práci a vynaložené náklady je pěstování zeleného hnojení z pohledu celého osevního postupu ekonomické, neboť tržní plodiny následně poskytují stabilnější výnosy.*

#### Výběr rostlin podle účelu

##### Cíl: zlepšení půdní struktury, tvorba humusu

Z hlediska tvorby humusu jsou nejvhodnější jetelotravní směsi pěstované alespoň 1,5 roku, neboť dobře a intenzivně prokořeňují půdu v celé hloubce.

V ideálním případě se směs pravidelně seká (píče se příp. může prodat) a naposledy narostlá hmota se mulčuje a zapraví. Podniky bez chovu zvířat mohou vypustit traviny (směsi s vojtěškou a jetelem), aby do půdy dostaly více dusíku. Traviny na druhé straně svým intenzivnějším prokořeněním půdy a pomalejším odbouráváním slámy silněji podporují tvorbu humusu. V suchých podmínkách jsou nejlepší směsi s vojtěškou. Jen když je zelené hnojení na pozemku déle než jeden rok, je pro půdu přínosné i z dlouhodobého hlediska. Roste tím ovšem nebezpečí napaření následných plodin drátovci.

##### Cíl: Ochrana před erozí v průběhu zimy

Pro ochranu před erozí je vhodný včasný výsev přezimujícího zeleného hnojení, například jetelotravní směsi nebo jílku po obilovině nebo žito na zeleno (též žito s vikví) či ozimá řepice po bramborách nebo kukuřici.

#### Zelené hnojení a klima

Vymrzající nebo přezimující, na zelenou hmotu bohaté zelené hnojení, může během období mrazu a oblevy uvolňovat do atmosféry množství klimaticky nepříznivých plynů (především rajsýk plyn). Přezimující zelené hnojení, které bylo vyseto do začátku září (podle klimatické oblasti), by se proto mělo posekat již v říjnu, posekaná hmota by se měla z pole odvézt a použít například jako siláž.

##### Cíl: Zásobení následné plodiny dusíkem

Nejlepší zásobení dusíkem zajistí čisté leguminóзовé porosty, například hrách nebo bob, pro dlouhodobější pokrytí půdy a výsevy po sklizni obilovin také jetelo-vojtěškové směsi.

Husté porosty leguminóz, které je možné ponechat na pozemku až do květu, mohou následně plodině přinést 70–140 kg dusíku na hektar. Ke krátkodobějšímu ozelenění během vegetace o délce asi 3 měsíců jsou vhodné jarní vikve nebo jetel alexandrijský či perský. Jetelotravní strniště dodá 50 kg N na hektar.

Zvláště luskoviny, jako je lupina, mohou následným plodinám kromě fixace dusíku zpřístupňovat také fosfor.

##### Cíl: Uchování dusíku pro následnou plodinu

K uchování dusíku pro následnou plodinu jsou nejvhodnější rychle rostoucí druhy, zvláště oves na zeleno, žito na zeleno nebo hořčice a řepice.

Speciálně ředkev olejná dokáže proniknout jednotlivými vrstvami půdy a proplavený dusík získat zpět do koloběhu. Pokud se ovšem vymrzající druhy před příchodem zimy nezapraví a ještě před zimou se zde nepěstuje následná plodina, může dojít ke ztrátě velkého množství dusíku.

V současné době se zkouší pěstování řady nových druhů meziplodin. Patří k nim súdánská tráva (čirok súdánský, *Sorghum vulgare* var. Sudanese), oves hřebíkatý (*Avena strigosa*) nebo mastňák habešský (*Guizotia abyssinica*), které rychle vzcházejí a dobře potlačují plevel, zčásti jsou i velmi odolné vůči suchu. Praxe ukáže, které z nich se osvědčí.



### Přínos dusíku z leguminóz

Při pěstování jetelotrav a čistých porostů leguminóz lze počítat s touto dodávkou N:

- Jetelotrávní strniště: + 50 kg N/ha.
- Jetelotráva před vymetáním travin: 15–25 kg N/ha na každý kg/m<sup>2</sup> čerstvé hmoty. To znamená při 1–4 kg čerstvé hmoty na m<sup>2</sup> zhruba 20–100 kg N/ha.
- Jetelotráva po vymetání travin (včetně žita a ova na zeleno): 0–20 kg N/ha, nezávisle na množství, poněvadž poměr C : N bývá zpravidla velmi široký.
- Čisté leguminózy před květem asi 30–35 kg N/ha na kg čerstvé hmoty a m<sup>2</sup>. Hustý porost ve výši kolenou asi 3–4 kg/m<sup>2</sup> = 80–140 kg N/ha.



Tato půda na spraši obhospodařovaná zelinářskými podniky v blízkosti Vídně vykazuje problémy se strukturou. Na Moravském poli nechovají téměř žádná zvířata, tzn., nemají k dispozici žádná statková hnojiva. Tím, že státek nakupuje slámu a pěstuje zelené hnojení, poskytuje více potravy půdním organismům pro zlepšení půdní struktury. To má také zabránit vodní a větrné erozi.

### Zelené hnojení a jeho účinek

ZH/směska	tvorba humusu	zisk dusíku pro následnou plodinu	hluboké prokypření	ochrana před erozí přes zimu	prevence výskytu chorob a škůdců <sup>1</sup>	potlačení plevelů	poznámky
jetelotráva < 1,5 roku	●●●○	●●●○	●●○○	●●●●	●○○○	●●●○	Potlačuje pcháč a svlačec, pomáhá šíření šťovíku. Nebezpečí výskytu drátovců v následné plodině. Využití vojtěšky má za následek i dobré prokořenění hlubších vrstev.
čistě travní porosty (do 9 měsíců)	●●●○	●○○○	●●○○	●●●○	●●●○	●●●○	Nejsou hostitelem kořenových háďátek a mnoha chorob šířených osevním postupem, zejména chorob okopanin a zeleniny.
jetelo-vojtěšková směs (do 9 měsíců)	●●●○	●●●●	●●●○	●●●○	●○○○	●○○○	Vhodná jako zelené hnojení mezi obilovinu a kukuřici, při jednoletém pěstování nízký efekt hlubokého prokořenění. Možná je i delší doba pěstování.
lupina, bob (do květu)	●○○○	●●●●	●●●○	●○○○	●○○○	●○○○	Náchylné vůči mnoha druhům háďátek, malé problémy s drátovci v následné plodině. Lupina je náročná na teplo. Nepříliš vhodné, pokud jsou součástí hlavní plodiny leguminózy.
hrách, vikve (do květu)	●○○○	●●●●	●○○○	●○○○	●○○○	●●○○	Hrách není příliš náročný na teplo, vhodný i pro ozimé pěstování. Vikve podle typu. Hrách není vhodný, pokud je pěstován jako součást hlavní plodiny. Vikve jen podmíněně.
svazanka (do květu)	●○○○	●○○○	●○○○	●○○○	●○○○	●●●○	Není příbuzná s kulturními druhy. „Zisk N“, zabránil-li se jeho vyplavování.
ředkev olejná	●○○○	●○○○	●●●○	●○○○	●●●○	●●●○	Nezařazovat do osevního postupu s brukvovitými rostlinami, hluboké prokořenění jen tehdy, zůstane-li na pozemku déle. „Zisk N“, zabránil-li se vyplavování. Sanitární účinek podle odrůdy (háďátka).

Legenda: ○○○○ = žádný účinek; ●●●● = velmi vysoký účinek;

<sup>1</sup> zaměřeno na choroby s širokým okruhem hostitelů a háďátka

### Cíl: Hluboké prokypření

Pro hluboké prokypření se nejlépe hodí ředkev olejná nebo víceletá kultura vojtěšky.

Půdu je třeba předem hluboce prokypřit vhodným kypřičem, aby kořeny rostlin pěstovaných na zelené hnojení mohly snadněji pronikat do hlubších vrstev půdy a následně mohly být nové póry stabilizovány půdními organismy. K dosažení dobrého kypřičího účinku je potřeba pětovat ředkev olejnou a to minimálně 3 měsíce. K hlubokému prokořenění půdy lze vedle dalších hluboce kořenících leguminóz použít lupinu a bob.

### Cíl: Prevence výskytu chorob a škůdců

Zelené hnojení by mělo minimalizovat tlak chorob a škůdců na následnou plodinu. Proto by se na zelené hnojení neměly pěstovat rostliny, které jsou úzce příbuzné s hlavními plodinami (např. hořčice, pěstuje-li se řepka nebo košťáloviny). Zvláště citlivý je v tomto směru hrách a značně citlivé jsou i jiné leguminózy. Zelené hnojení sestávající z luskovin nepatří do osevního postupu, v němž jsou leguminózy pěstovány jako hlavní plodina.

Zvláště je třeba dávat pozor na choroby a škůdce, kteří napadají široké spektrum hostitelských rostlin, jako je například sclerotinia, rhizoctonia a některé druhy háďátek.

Pokud pěstujeme citlivé hlavní plodiny, vyhýbáme se při výběru zeleného hnojení rostlinám s vysokou náchylností (např. slunečnice vůči sclerotinii).

Pěstováním zeleného hnojení přes zimu se lze vyhnout problémům souvisejícím s osevním postupem. Kořenová háďátka se například nemohou na ozimém hrachu a vikví rozmnožovat, pokud tyto zapravíme do půdy dostatečně brzy.

### Cíl: Potlačení plevelu

Plevelu množící se semeny lze potlačit rychle rostoucím zeleným hnojením. Ještě lepší bývají směsi snázející časnou seč, které snesou posekání záhy po vzejití při výšce 10–15 cm a poté vytvoří hustý, uzavřený porost. Víceleté plevely, například pcháč a svlačec, lze nejlépe potlačit pomocí víceletých jetelotravních porostů.

*Martin Koller*

## 3.5 Podpora doprovodné flóry místo hubení plevelů?

Většina planých bylin pochází původně z říčních břehů nebo specifických stanovišť, kde byla půda neustále v pohybu. Teprve s obilovinami se dostaly do střední Evropy, kde jakožto „plevele“ osídlily pole. Dlouhý čas se přizpůsobovaly určitým světelným a půdním podmínkám. Bývají proto často specializované, některé tak využívají ve svůj prospěch i extrémní podmínky, například utužené půdy. V Evropě lze k polní flóře počítat asi 650 rostlinných druhů. Podle kyselosti půdy a pěstované plodiny (obilovina nebo okopanina) vznikají různá rostlinná společenstva.

V důsledku použití herbicidů, intenzivního dusíkatého hnojení, čištění osiva, sofistikovaných pěstebních technologií a produktivních odrůd kulturních



*Překrásná chrpa láká do polních a zeleninových kultur užitečné živočichy a přispívá tak k samoregulaci agroekosystému.*

rostlin se životní podmínky pro tuto doprovodnou flóru významně zhoršily. 40 (SRN) až 80 (CH) procent těchto druhů je dnes zapsáno v Červené knize ohrožených druhů. Navíc bývá v důsledku dlouholetého konvenčního obhospodařování zásoba semen některých druhů v půdě tak nízká, že ještě roky po přechodu na ekologické zemědělství chybí druhy typické pro dané stanoviště.

» **Všechno, co vzchází ze země, má svůj zvláštní účel a podle svých sil přispívá k dokonalosti celého stvoření. Nic není zbytečné, nic není bez užítku, co vzchází ze země... To, co je pro tebe škodlivé, poskytuje za často ptákům a divé zvěři neškodnou potravu.**

*Ambrosius, biskup milánský, 339–397 po Kr.*

### Jak podporovat doprovodnou polní flóru?

Následující opatření mohou přispět k zachování ohrožených druhů polních bylin:

- Půdu zpracovávat mělce.
- Zavést pravidelná období úhoru.
- Volit velkou meziřádkovou vzdálenost nebo ruční výsev plodin.
- Zavést pozdní podmítku s využitím strniště jako pastvy ovcí či skotu.
- Zařadit do pěstování starší kulturní rostliny typické pro danou oblast, například len, čočku, pohanku nebo proso.
- Případně pěstovat víceleté pícniny (pozor na střet cílů s úrodností půdy!).



Tato doprovodná flóra ovsa, sestávající z Iničky a nízkého jetele, se nestane „plevelem“. Jiné plané byliny, jako třeba pcháč rolní, pýr plazivý nebo svlačec rolní, je však v ekologickém zemědělství třeba držet pod kontrolou.

### Rozmanitý užitek – také ve prospěch půdy

Doprovodná flóra představuje základní zdroj potravy pro mnoho užitečných živočichů, podporuje výskyt opylujících druhů a poskytuje náhradní potravu škůdcům, čímž je odvádí od pěstovaných plodin. Doprovodná flóra ovšem také podporuje půdní garé (půdní dospělost, zralost; jedná se o určitý stav půdy v rámci jejího vývoje; nejedná se o stálou vlastnost), tím, že prokořeňuje půdu mezi kulturními rostlinami a chrání ji před přímým působením slunce. Na polích, která zůstávají dlouhou dobu bez pokryvu, jako například v porostu kukuřice, mohou chránit před erozí.

### Od plané byliny k problematickému plevele

Plané byliny v zásadě představují vůči kulturním rostlinám konkurenci v požadavcích na vodu, živiny, světlo a prostor, a proto je zemědělec vždycky hubil ve prospěch pěstovaných plodin. Druhy trvale etablované na polních stanovištích se tomuto hubení přizpůsobily. Mnoho druhů planých bylin však vzhledem ke své slabé konkurenceschopnosti není nijak problematických.

Známe ale druhy, které rostou rychleji než kulturní rostliny zvláště za nepříznivých růstových podmínek. Rostliny, které se dokážou rychle rozmnožovat z kořenů a oddenků, jako například pcháč rolní, svlačec rolní, šťovík kyselý nebo pýr plazivý, představují na poli velké problémy.

Vyvážený oseední postup, rozumné zpracování půdy a optimální startovní a růstové podmínky pro kulturní rostliny často zásadně přispívají k tomu, aby plané byliny byly udržovány v roli doprovodné flóry, která může mít celkově pozitivní dopad na půdní úrodnost a výnosy.

### Zpracování půdy podporuje růst bylin

Každá práce s půdou, a to i při lehkém, povrchovém zpracování, podporuje klíčení planých rostlin. Při silném výskytu doprovodné flóry je lze regulovat opakovanou mělkou podmítkou nebo vícefázovou předsetovou přípravou. Teprve jsou-li popsány možnosti

dostatečně uváženy a vzájemně sladěny, mělo by být rozhodnuto, zda je třeba plevele kontrolovat ještě speciálním nářadím či přístroji nebo jinými cestami.

Lukas Pfiffner a Herwart Böhm



Kolik doprovodné flóry snese či potřebuje pšenice?

➤ Řada výzkumů dokládá důležitou úlohu ekologického pěstování plodin v ochraně ohrožené polní flóry. Na ekologicky obhospodávaných polích je rozmanitost planých bylin dvakrát až třikrát vyšší než při hospodaření za pomoci herbicidů. Vysoká intenzita produkce, podsevy, pěstování víceletých pícnin, zdokonalená „regulace doprovodných rostlin“ a podmítku prováděná okamžitě po sklizni mají i v ekologickém zemědělství negativní dopad na diverzitu flóry.

Lukas Pfiffner, FiBL



### 3.6 Utužení půdy a jak mu zabránit

#### Utužení půdy – poškození půdy způsobené mechanizací

K utužení půdy dochází tehdy, když tlak na půdu způsobovaný jezdem mechanizace je vyšší než její nosnost. Každou půdu je možné utužit, bez ohledu na to, jestli je písčítá nebo jílovitá. U jílovitých půd se poškození utužením projeví velmi rychle. Úrodné sprašové hlinité půdy jsou zdánlivě odolnější. I zde však může dojít k utužení, snížení výnosů však bývá často zřetelně patrné jen v letech s extrémními povětrnostními podmínkami. U písčítých půd zvyšuje již nepatrný podíl siltu a jílu citlivost k utužení.

Dojde-li k utužení půdy, znamená to za prvé, že jsou zničeny zásobovací cesty, jimiž jsou v půdě



*Těžce udusaná, technicky do hloubky prokypřená půda před výsevem vojtěšky.*



*Porost vojtěško-jetelotrávy s nerušeným pronikáním kořenů do půdy, do hloubky i více než 2 m.*

#### Co dělat při utužení půdy?

Při mechanickém kypření podomnicí se může stát, že půda ztratí ještě více strukturu a následné utužení tak bude ještě horší než to původní, které chtěl zemědělec takto odstranit. Aby se tomu zabránilo, je třeba dbát následujících zásad:

- Hluboké kypření provádět jen tehdy, je-li půda do hloubky kypření vlhká.
- Prokypřenou strukturu stabilizovat pokud možno ještě v rámci téhož jezdů výsevem víceletých hluboce kořenících rostlinných druhů (např. jetelotrávy, vojtěšky).
- Způsob hospodaření změnit tak, aby se chyby neopakovaly.

vedeny kyslík a voda. Půda hůře přijímá vodu, která místo toho odtéká po povrchu. Životní podmínky pro půdní organismy a kořeny se zhoršují, protože chybí výměna vzduchu a tím i kyslík. I fyzikálně hluboké půdy se utužením stávají ekologicky mělkými, protože kořeny nemohou pronikat do hlubších půdních vrstev.

#### „Odvaha počkat je cestou, jak se vyhnout chybám“

Nosnost půdy je nejvíce ovlivněna půdní vlhkostí, protože voda působí jako kluzný prostředek mezi půdními částicemi. Je-li vody příliš mnoho, půdní struktura přestává být stabilní. Z dlouhodobého hlediska se vyplatí, aby člověk počkal, dokud půda nebude oschlá a nosná, jsou k tomu však nutné pevné nervy. Dobře sestavený osevní postup a výběr odrůd, které nám zvláště v době výsevu a sklizně ponechají trochu prostoru, mohou být velmi užitečné. Meziplodiny vytahují na podzim vodu z půdy a činí ji tak nosnější pro podzimní výsev. (Zjištění vhodné vlhkosti půdy ke zpracování můžeme provést jednoduchou zkouškou – vezmeme do dlaně vzorek zeminy a zmáčkneme jej – pokud se rozpadá, ale nemaže se o dlaň, jde o vhodnou vlhkost ke zpracování)

➤ Někdy se půda utuží těžkými stroji natolik, že v ní jsou půdní organismy stěží schopné přežít. Pak na ni musíme vyjet s drahou technikou, abychom alespoň částečně napravili ty nejhorší škody. Půda musí být následně stabilizována úplným prokořeněním skutečně všech vrstev a uvedena znovu do rovnováhy. My lidé za to neseme odpovědnost.

*Sepp Braun, ekologický zemědělec  
hospodařící ve Freisingu, SRN*

» Musíme se teprve naučit, co skutečně znamená těžká půda. Jestliže zaryjeme rýčem do půdy a při prvním rýpnutí narazíme na vodu, je jasné, že je ještě čas na tomto poli pracovat. Může sice vypadat na povrchu oschlé, ale to ještě neznamená, že na něj můžeme vyjet. A na to si člověk musí vyvinout cit.

*Uwe Brede, ekologický zemědělec z Hesenska*

Pro půdu je lepší, je-li méně často a méně hluboko zpracovávána. V nezpracovávané půdě se činností žížal a mikroorganismů vytváří průchodný systém pórů, který zajistí dostatečné vedení vzduchu a vody. Mohou zde ovšem nastat problémy v případě mechanické regulace plevelů.

Vnitřní tlak v pneumatice do značné míry odpovídá tlaku na povrch půdy až do hloubky asi 10 cm. Z toho je zřejmé, že tlak v pneumatice by měl být udržován na nízké úrovni. Nejlépe se udržuje u moderních radiálních pneumatik, s nimiž lze po poli jezdit s velmi nízkým tlakem. Přívěsy s automobilovými pneumatikami naopak na pole nepatří!

Abychom zjistili, nakolik lze tlak v pneumatikách snížit, musíme znát zatížení kola (zatížení osy děleno dvěma) a v tabulce tlaků v pneumatikách od jejich výrobce zjistit minimální tlak doporučený pro příslušné zatížení kola a pojezdovou rychlost. Tento postup zvyšuje přenos tažné síly a snižuje prokluz způsobující rozmazávání povrchu půdy.

Čím vyšší je zatížení kola, tím hlouběji proniká do půdy, a to do značné míry nezávisle na dotykové ploše kol a na vnitřním tlaku v pneumatice. Široké pneumatiky tedy mohou chránit před povrchovým utužením, při velmi vysokém zatížení kol však již nemusí nutně chránit před utužením podorničí. Obecně šetrnější vůči půdě je práce s lehčími traktory, přívěsy a stroji. Je tak možné snížit působení vnitřního tlaku v pneumatice na méně než 1 bar.

V zásadě platí: Čím častěji se po půdě jezdí, tím více je jízdni stopa utužována. Organizací pojezdů, při níž bereme ohled na potřeby půdy, podporujeme půdní úrodnost a šetříme peníze.

*Melanie Wildová, Markus Demmel a Robert Brandhuber*



*S on-land pluhem je možné jezdit mimo brázdu. Dosud nezoraná půda pojezdem tolik netrpí. Lze tak zabránit prokluzu a tvorbě utuženého podorničí. Také u on-land pluhu však platí obvyklé praktické zásady k omezení utužení půdy.*



*Tato velmi kompaktní sprašová půda na svažitém pozemku je z fyzikálního hlediska středně utužená. Způsobily toto utužení pojezdy, nebo ho lze interpretovat jako „dobrou přirozenou nosnost pro pojezdy“? – Po několika desítkách let kdy byla půda silně erodovaná, se zde nyní již přes deset let hospodaří bezorebně, avšak s použitím glyfosfátů. Tato půda je prostupná pro žížaly a tím i pro vodu; eroze byla zastavena. Avšak hutná struktura a pouze mírná biologická aktivita této půdy mají za následek nedostatek středních pórů a poměrně nízkou vodní kapacitu.*



### 3.7 Půdní eroze a jak jí zabránit

Každé mechanické zpracování půdy narušuje její soudržnost a snižuje tím množství energie potřebné k odplavení půdního materiálu. Čerstvě zpracovaná půda bez ochranné vegetační pokrývky je již při nepatrné svažitosti zranitelná dopadem dešťových kapek a povrchovým odtokem.



Tyto fotografie ukazují působení eroze. Půda, která nebyla odplavena, má poškozenou strukturu a vykazuje velmi nízkou vzcházivost – osetá zemina z hloubky 0–20 cm (A), 20–30 cm (B) a 30–60 cm (C) z pozemku se 700letou loukou.

A



B



C

» Naším nejdůležitějším cílem v zemědělství by v podstatě mělo být neustálé zakrytí půdy. Na to se zatím dostatečně nedbá ani v ekologickém zemědělství. Například bychom se měli kriticky podívat na pozdní výsevy ozimých obilovin: půda je velmi dlouho obnažená a obilí před příchodem zimy ani nevyužije dostupné živiny. Také bychom měli více uvažovat o zavádění smíšených kultur místo monokultur – v tom se ekologické zemědělství zatím od ostatních způsobů hospodaření příliš neliší.

*Bernd Ewald, poradce EZ, IBLA, Lucembursko*

Ekologické zemědělství má v zásadě dobré předpoklady ke snížení vodní i větrné eroze: podíl řádkových kultur, které jsou erozí zvláště ohroženy, je nízký a jetelotráva zajistí dobré pokrytí půdy a rovněž po zaorání má stabilizační účinek na půdní agregáty. Nicméně stále ještě jsou běžnou praxí období bez půdního pokryvu a takzvaný „čistý stůl“, spojená s používáním pluhu.

*Robert Brandhuber, Markus Demmel a Melanie Wildová*

#### Krajinotvorná a agrotechnická opatření proti erozi

- » Napříč svahu založit pásy křoví. Rozdělení 200 m dlouhého, erozí ohroženého svahu na dva svahy dlouhé 100 m sníží odnos půdy o třetinu.
- » Podél potoků založit jako pufr široké zelené pásy, v ideálním případě s porostem stromů a keřů. Některé země nabízejí k tomuto účelu dotační programy.
- » Kdekoli je to možné, hospodařit po vrstevnici.
- » Na polích silně ohrožených erozí zcela upustit od pěstování širokořádkových plodin (např. kukuřice) nebo plodin vyžadujících časté zpracování půdy (např. polní zelenina).
- » Půdu pokrývat meziplodinami a podsevy.



### Požadavky na protierozní ochranu

- › V **Německu** platí v polohách ohrožených erozí od roku 2010 přísnější nařízení k protierozní ochraně v rámci Cross Compliance (podmínky pro udělení přímých plateb).
- › V **Rakousku** lze na jednotlivých pozemcích kombinovat ekologické zemědělství s opatřeními „ozelenění orné půdy“ a výsev do mulče/ přímý výsev a lze na ně pobírat dotace v rámci agroenvironmentálního programu. Podobné dotační tituly nabízejí jednotlivé spolkové země v SRN.
- › Ve **Švýcarsku** patří podmínky týkající se meziplodin a stupně pokrytí půdy k požadavkům v rámci „Osvědčení o ekologických výkonech zemědělského podniku“.
- › V **Lucembursku** jsou v rámci agroenvironmentálního programu dotovány výsev meziplodin, podsevy a zakládání protierozních nebo zelených pásů.



» Čím je půdní struktura horší a čím více sil potřebuje rostlina k tomu, aby půdu prokořenila, tím více je oslabená, což může mít vliv jak na nemoci nadzemních částí rostlin, tak na jejich napadení škůdci. Utužená půda navíc podporuje výskyt některých chorob kořenových krčků a pat stébel. Často to pozorují u hrachu, který reaguje na utužení velmi citlivě. Když je půda příliš hutná, vyskytují se choroby krčků a pat výrazně častěji a lze je často pozorovat již v počátečním růstovém stadiu. Půdní struktura a zdravotní stav rostlin spolu tedy mohou úzce souviset. Obiloviny bývají většinou méně citlivé než hrách.

Harald Schmidt, SÖL

Špatná struktura povrchu musí být pro každého odpovědného zemědělce poplašným signálem! Dobré pokrytí půdy a aktivita organismů v ornicí jsou základním předpokladem trvale udržitelného zemědělství. Fotografie: Organicky nehnojená (nahore) a organicky hnojená orná půda (dole) po prudkém dešti (FiBL, pokus DOK v Therwilu, CH). Organicky vyživovaná a biologicky aktivní půda dokáže lépe pojmout dešťovou vodu a i po dešti si do značné míry zachová svou povrchovou strukturu. Půda je tak lépe chráněna před erozí.



Podsevy jsou účinným protierozním opatřením. Porost pokrývající půdu tlumí nárazy dešťových kapek a prokořenění horní vrstvy půdy napomáhá soudržnosti půdy.

## Část 4: Budoucnost péče o půdu

### 4.1 Převzít odpovědnost za klima

Zemědělství a klimatická změna spolu úzce souvisejí. Na jedné straně je zemědělství oteplováním klimatu ohroženo: zvyšující se sucha, ale i stále extrémnější srážky a eroze způsobují celosvětově problémy v produkci potravin. Na druhé straně se zemědělství 10 až 15 procenty podílí na celkové produkci skleníkových plynů. A připočtou-li se emise průmyslu dodávajícího své produkty do zemědělství (hnojiva, pesticidy) a dále zúrodnování půd odlesňováním, činí tento podíl dokonce až 30 procent.

» Zásobování půdy humusem je rozhodující nejen pro funkce půdy a zvyšování výnosů. Ovlivňuje také ukládání uhlíku v půdách a většinu toků skleníkových plynů v zemědělství. Naše výzkumná skupina vyvíjí v těsné spolupráci s praxí a poradenstvím metody humusové bilance s cílem sestavovat oseední postupy, hnojení a zpracování půdy tak, aby se v půdách v závislosti na stanovišti ustálil optimální obsah humusu.

Kurt-Jürgen Hülsbergen, TU Mnichov (Weihenstephan), Freising, SRN

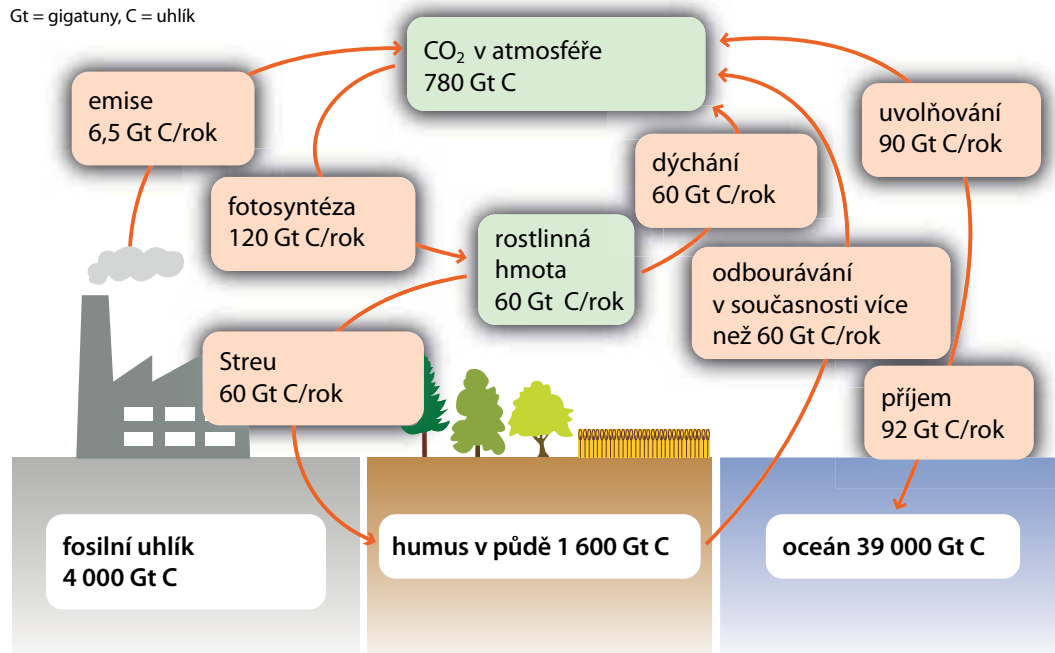
### Význam půd v globálním koloběhu uhlíku

Při fotosyntéze budují rostliny z atmosférického CO<sub>2</sub> organické uhlíkaté sloučeniny. Ty jsou pak ve formě kořenových zbytků a výměšků a jako odumírající nadzemní rostlinný materiál předávány do půdy nebo jako sklizený produkt odváženy z pole. Oblast půdy (pedosféra) je po světových mořích druhým největším zásobníkem uhlíku v živoucí části Země (v biosféře)! V humusu a půdních organismech je na Zemi obsaženo asi 1 600 miliard tun uhlíku; to je výrazně více než v atmosféře (780 mld. t C) a vegetaci (600 mld. t C – především v dřevu) dohromady. V půdě je uhlík z rostlinných zbytků a organických hnojiv zčásti prodáván jako CO<sub>2</sub>, zčásti zabudován do humusu. Humus se asi z 60 procent skládá z uhlíku. Při obsahu 1 procenta uhlíku (což odpovídá asi 1,7 procenta humusu) je v ornici vázáno asi 45 t C na hektar.

Rychlost přeměny a odbourávání organické hmoty se pohybuje mezi několika málo dny až týdny u čerstvého rostlinného materiálu a několika lety nebo desítkami let u slámy, chlévského hnoje nebo zralého kompostu – a staletími nebo tisíciletími u vysoce stabilního humusu. Čím více jsou humusové látky propojené navzájem a vázané na jílové minerály a zabudované do stabilních půdních drobtů, tím více jsou chráněny před degradačními procesy.

### Role půdy v koloběhu uhlíku

Gt = gigatuny, C = uhlík



Výstavba a odbourávání humusu hrají podstatnou roli v tocích uhlíku relevantních pro klima. Obsah CO<sub>2</sub> v atmosféře se v současnosti zvyšuje každoročně o 3,3 Gt C. Poutání a uvolňování uhlíku vápencem, který je zdaleka největším zásobníkem uhlíku, probíhá podstatně pomaleji a není zde proto uvedeno.

Quelle: Heinz Flessa, verändert von Gattinger und Red.

## Potenciál ekologického zemědělství v souvislosti s ukládáním uhlíku v půdě

Celosvětově prováděná srovnání produkčních systémů ukazují, že ekologické zemědělství dokáže za rok poutat asi o 500 kg C/ha více než běžné zemědělské systémy. Prvních 10 až 30 let po přechodu na ekologické zemědělství se v půdě ukládá další uhlík. Poté se ustálí nová rovnováha. Pokud se však i v ekologickém zemědělství oševní postup příliš zjednoduší a dokonce se úplně upustí od pěstování jetelotrávy jako hlavní plodiny, nemůže být hladina humusu v půdě udržena na stabilní úrovni. Také intenzivní zpracování půdy podporuje odbourávání humusu a navíc spotřebovává velké množství ropy.

Podrobné studie prováděné v Evropě ukazují, že většina půd v současné době uvolňuje do atmosféry netto uhlík. Jedním z důvodů je skutečnost, že zvýšené průměrné teploty vedou k odbourávání humusu a tato tendence tak sama sebe posiluje. Tyto studie však také dokazují, že jen menšina podniků skutečně využívá svůj potenciál tvorby humusu v praxi!

### Metan a rajský plyn

Metan ( $\text{CH}_4$ ) má 20–40krát vyšší skleníkový účinek než  $\text{CO}_2$ . Živé a dobře provzdušněné půdy atmosférický metan přijímají a odbourávají ho. Na druhé straně dochází k uvolňování metanu ze statkových hnojiv. Z kompostu a kompostovaného hnoje se uvolňuje mnohem méně metanu než z jiných statkových hnojiv.

Rajský plyn (oxid dusný,  $\text{N}_2\text{O}$ ) má dokonce 310krát vyšší skleníkový účinek než  $\text{CO}_2$ . Vzniká tehdy, když je v půdě nedostatek kyslíku, i kdyby to bylo jen po krátký čas. Čím vyšší jsou množství a koncentrace dusíku, který se v hnojivech dostává na pole, tím více rajského plynu může vzniknout. Z toho vyplývá, že na jedné straně je třeba vyhnout se příliš vysokým koncentracím minerálního dusíku ( $\text{N}_{\text{min}}$ ) v půdním roztoku a na druhé straně zajistit dobré přirozené provzdušnění půdy a její vodivost pro vodu. Výzkumy ukázaly, že organická hnojiva s vysokým obsahem amoniakálního dusíku mají velký potenciál ztrát  $\text{N}_2\text{O}$ . Hnojiva, jako například prasečí kejda a tekutý digestát z výroby bioplynu, mohou působit stejně škodlivě jako dusíkatá hnojiva s dusíkem v amoniakální a nitrátové formě. Přispívají k přísunu dusíku a jeho mineralizaci z organických sloučenin skutečně potřebě rostlin patří k největšímu umění zemědělce. Tomu, aby v zimě – po obdobích střídajících se mrazů a tání – nedocházelo ke vzniku příliš vysokých emisí rajského plynu z nedostatečně rozložených rostlinných zbytků, napomůže spíše časné, ne příliš hluboké zapravení jetelotrávy s okamžitým vysetím následné plodiny.

*Andreas Gattinger, Kurt-Jürgen Hülsbergen, Adrian Müller,  
Andreas Fließbach a Hartmut Kolbe*



*Zelený povrch půdy  $\text{CO}_2$  v zásadě přijímá, hnědý naopak vydává*

## 4.2 Zlepšit stabilitu agroekosystému

Člověkem způsobená změna klimatu povede k tomu, že se v Evropě změní povětrnostní modely a přibude extrémů. Ekologické zemědělství se může připravit na to, aby i v nepříznivých letech dosahovalo dostatečných výnosů.

Především bude důležité umět si poradit s příliš velkým nebo naopak nedostatečným množstvím vody. To má při pěstování plodin dopady také na jejich odolnost proti poškození škůdci a proti chorobám. Někdy by mohla být problematická i nedostatečná odolnost proti poléhání během bouřek a lijáček, kterých bude se změnou klimatu spíše přibývat.

1. Vitální a rozmanitý půdní život je za krizových podmínek jednou z nejdůležitějších vlastností půdy. Fungující síť půdních organismů pomáhá rostlinám v tom, aby i v období nedostatku byly zásobeny potřebnými živinami a vodu, a rovněž v tom, aby v imunitním systému organismu půdy našly pomoc před napadením chorobami a škůdci v časech oslabení.
2. Propustná strukturní půda zabraňuje nejenom nedostatku kyslíku, ale chrání též před záplavami a snižuje rizika vodou podmíněné povrchové, rýhové a výmolové eroze. Ekologické zemědělství také potřebuje stroje s lehkou konstrukcí, u nichž je nižší riziko utužení půdy.
3. Úplné pokrytí půdy snižuje ztráty vody. Dřeviny, například pásy křovin nebo „agroles“, brzdí výsušné větry. Také polostín vytvářený dřevinami nebo smíšenými kulturami může být pro některé plodiny výhodný (s výjimkou velmi vlhkých

» Systémy smíšených kultur, jejichž porosty – v půdě i nad ní – obsazují mnoho „pater“, jsou z hlediska zajištění výživy těmi nejefektivnějšími zemědělskými systémy. Zároveň mají nejvyšší užitou biodiverzitu.

*Zpráva o stavu zemědělství ve světě, 2009*



podmínek), protože ty kvůli ochraně před nežádoucím výparem nemusí zavírat své dýchací otvory (průduchy).

- Humus dokáže pojmout tolik vody, kolik odpovídá 3–5násobku jeho vlastní váhy. Například zvýšením obsahu humusu o 1 % může půda zachytit o 40 mm více dešťové vody a uložit ji ve formě dostupné pro rostliny. Redukované zpracování půdy zvyšuje míru vsakování a vododržnost prostřednictvím zvýšení obsahu humusu v ornici.
- Půda musí zůstat co nejhloběji prostupná pro kořeny, zemědělskou činností tedy nesmí vzniknout nepropustné vrstvy. Hluboko kořenící rostliny, například vojtěška, ředkev olejná a slunečnice, tak mohou lépe přežít suchá období.
- Odrůdy, jejichž šlechtění probíhá v podmínkách ekologického zemědělství, se musí vypořádat s větším množstvím doprovodné flóry než ty, které rostou pod ochranou chemických prostředků a umělých hnojiv. Jsou tím automaticky silněji selektovány na odolnost proti chorobám a konkurenceschopnost. Dalším hlediskem šlechtění je odolnost proti poléhání.
- Odolnost rostlin proti suchu závisí na šlechtitelských aspektech (tloušťka buněčné stěny, dýchací otvory aj.), ale také na vyrovnané dostupnosti živin během růstu. V ekologickém zemědělství je samozřejmostí nezasolovat půdu živnými solemi.
- Pěstování smíšených kultur je výnosově stabilnější, protože podle průběhu počasí se v něm některé rostliny lépe prosadí a současně se vyrovnají výnosové ztráty slabších rostlin. Obecně platí, že diverzita v podniku (například vojtěška pro suché podmínky a jetel pro vlhké) může stabilizovat celkový výnos.

Shrnutí: Čím stabilnější a vyšší je půdní úrodnost na příslušném stanovišti, tím lepší je tolerance vůči stresu a také odolnost (resilience) vůči povětrnostním extrémům. Všechna doporučení uvedená v této pub-

*Rčení „Půda je žaludkem rostliny“ sahá až do doby Hippokratovy. Někteří označují půdu jako přirozeně „krativní“ hlavu zemědělství. A třetí hovoří o „lůnu Matky země“. Všechna tato tvrzení vyjadřují jednu pravdu.*



likaci tak slouží i k zajištění výnosu ve špatných letech. A k tomu jsou potřebné i odrůdy přizpůsobené výkyvům počasí a vhodné stroje.

*Sepp Braun; pracovní skupina půda při FiBL a Bioland-Beratung*

### 4.3 Nápady pro budoucí ekologickou péči o půdu

Ekologické zemědělství dosáhlo ve svém dosavadním vývoji značných úspěchů. Ekologicky ošetřovaný organismus půdy a na ní rostoucí rostliny je sám o sobě úrodnější a stabilnější než technicky řízené systémy s nepatrnou samoregulací.

Ale: ekosystém se vzdaluje dynamické rovnováze luk či přirozených lesů, čím rozsáhlejší plochy jsou osety pouze jedním nebo několika málo střídajícími se druhy plodin. Příroda většinou vytváří málo monokultur, monokultury se rychle hrouť. My jako zemědělci však na nich trváme a biodiverzitu, pronikající přirozeně na naše pole s velkým úsilím a velkou spotřebou energie omezujeme – a k tomu spotřebováváme naftu, abychom mechanicky hubili pelevu a uměle vytvářeli půdní strukturu. Pro to, abychom hospodařili jinak a více v souladu s přirozenými potřebami ve prospěch půdní úrodnosti, potřebujeme u všech aktérů ekologického zemědělství víze a inovace. Zde je několik podnětů:

#### **Za prvé: Méně se zaměřovat na jednotlivé výnosy a více na výnosy celkové**

Extrémně vysokých výnosů jednotlivých plodin lze dosáhnout jen s jednostranně optimalizovanými a vysoce citlivými odrůdami vyžadujícími intenzivní péči; proto se v trvale udržitelném zemědělství musíme rozloučit s průmyslovým ideálem maximálních výnosů jednotlivých plodin. Místo toho však můžeme usilovat o optimální výnos celého systému, dostatečně odolného i vůči povětrnostním extrémům. Možná nás to povede ke smíšeným kulturám, u nichž lze sklízet současně potraviny, krmiva i energetické zdroje, a to spolu se „sklízni služeb“, jako je ochrana klimatu, nové využití zdrojů a zachování regionálně udržitelného koloběhu vody.

#### **Za druhé: Více a lépe spolupracovat s půdními organismy**

Žížaly, mykorrhizické houby, rhizobiální bakterie a mnoho dalších půdních organismů se v zemědělství mohou v ještě mnohem větší míře stát našimi partnery. Naše pěstitelské technologie by i vůči nim měly být „přirozené“.

Jejich životní podmínky můžeme podporovat cílenými zemědělskými praktikami, jako například pěstováním hostitelských rostlin, smíšených kultur, jetelotrav, šetrným zpracováním půdy a výběrem vhodných odrůd. Je třeba vyzkoušet, zda je ve speciálních případech vhodné provádět cílené očkování

druhově specifickými rhizobii, jak je to dnes již standardem u sóji, mykorrhizickými houbami a dalšími mikroorganismy.

### **Za třetí: Ekologické zemědělství potřebuje jiné odrůdy**

Místo nynějších kulturních plodin, které bez speciální ochrany nemohou přežít, potřebujeme „sociálně kompetentní“ odrůdy, které si dobře povedou i v přírodnějších podmínkách: Najdou si místo na slunci dlouhostébelné obiloviny s mnohem většími klasy, avšak menší hustotou porostu? Přežijí víceleté odrůdy, například dobré vytrvalé žito, pěstované třeba ve smíšené kultuře s podrostem leguminóz? Nebo dokonce s kmínem nebo pastinákem...?



*Oves se lničkou tvoří jednoduchou smíšenou kulturu. U smíšených kultur existuje ještě velký vývojový potenciál.*

### **Za čtvrté: Přiměřená mechanizace**

Není nutné, aby zemědělství budoucnosti odmítalo techniku. Mohou se nám hodit stroje a zařízení, které budou sloužit přírodě a stvoření – které ho tedy nebudou ničit a nebudou likvidovat to dobré v ekologickém zemědělství. Konkrétně to například může znamenat: lehká zařízení místo „polních tanků“; žací mlátičky, které budou shromažďovat i semena plevelů, místo aby je vyfukovaly na pole; možná dokonce budeme mít selektivní plecí a sklízecí stroje, které se díky čidlům a elektronickému řízení zorientují i ve smíšené kultuře...

### **Za páté: Péče o půdu potřebuje vzdělání a kulturnost**

Rozhodujícím činitelem pro to, je-li zemědělství jako součást lidské kultury trvale udržitelné nebo ne, není technika, ale člověk. Úrodná, plodná půda potřebuje plodné lidství a kultivované půdy potřebují kultivované lidi. Je to doplnění známého úsloví: zdravá půda – zdravé rostliny – zdravá zvířata a zdraví lidé. Nejde nakonec spíše o důraz na vzdělávání a poradenství, než na plnění směrnic a kontrol? Na takové vzdělávání a poradenství, které se bude opět více orientovat na naše hodnoty a vize a o něco méně na rámcové ekonomické podmínky a povinnosti ze strany trhu a společnosti? Na větší vzájemnou výměnu zkušeností, na poradenství ve věcech života a vývoje statků, spíše než na poradenství ve věcech vhodné techniky a na ekonomické otázky?

### **Za šesté: Udržitelnost potřebuje obnovu sil a zdrojů**

Půdy i lidé se vyčerpávají, dávají-li více, než přijímají. Vykoišťování nemůže být trvale udržitelné. Obnovitelnost také znamená, že budeme opět posilovat

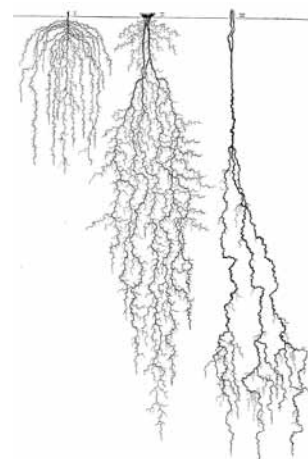
lokální, regionální a globální koloběhy a budeme otevírání systémovým změnám. Budoucnost ukáže, jestli budeme vyrábět kompost z fekálií nebo budeme do půdy zapravovat i popel a uhlí z vlastní statkové produkce. Určitě bude důležité, aby se pro práce na poli využívaly jen ty zdroje energie, které skutečně splňují požadavky na trvalou udržitelnost.

### **Výhled: Vize začínají u jednotlivce a vedou ke společenství**

Má-li naše zemědělství zůstat zachováno pro další století a tisíciletí, má před sebou ještě mnoho práce, i když vyjdeme ze současného stavu ekologického zemědělství. Stejně jako dříve, je i dnes nutná odvaha k vizím a síla k tomu, aby mohla být naše agrikultura – cestou pokusů a také neúspěchů – trvale udržitelná a schopná budoucí existence.

O povaze půdní úrodnosti stejně jako o pozitivně tvořivém obrazu člověka platí, že další vývoj péče o půdu v ekologickém zemědělství není možný prostřednictvím zpřísněných požadavků ve směrnicích. Vyžaduje naopak svobodu a vývoj jednotlivce a také vzájemnou výměnu zkušeností a pomoc.

*Sepp Braun, Paul Mäder a Nikola Patzel*



*Ekologické zemědělství není jen otázkou rozlohy, ale také hloubky.*



**Poptávka obyvatelstva po biopotravinách ukazuje, že lidé začínají jinak myslet. Ekologické zemědělství tak stále více odpovídá potřebám lidí. Přejít na ekologii nám také dává šanci zachovat úrodnost Země pro budoucí generace.**

*Jean-Louis Colling-van Roesgen, Lucembursko*

## Další informace a poradenství

Podrobnější informace ke všem kapitolám této souhrnné publikace a její elektronickou verzi najdete na stránce [www.bodenfruchtbarkeit/grundlagen.html](http://www.bodenfruchtbarkeit/grundlagen.html). Tato webová stránka poskytuje podklady k důležitým otázkám týkajícím se půdní úrodnosti a půdní kultury, jakož i aktuální informace k akcím a výzkumným výsledkům k tématu.

### Přehled organizací v České republice, zabývajících se teoreticky i prakticky zemědělskou půdou:

- **VÚMOP, v.v.i.**, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy; Praha – Zbraslav. Telefon: +420 257 027 111 (ústředna), e-mail: [info@vumop.cz](mailto:info@vumop.cz), <http://www.vumop.cz>
- **Katedra pedologie a ochrany půd, Fakulta agrobiologie, potravin a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze.** E-mail: Prof. Dr. Ing. Luboš Borůvka – [boruvka@af.czu.cz](mailto:boruvka@af.czu.cz), <http://www.af.czu.cz/cs/>
- **Katedra ekologie a životního prostředí. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci** E-mail: Prof. Dr. Ing. Bořivoj Šarapatka, CSc. – [borivoj.sarapatka@upol.cz](mailto:borivoj.sarapatka@upol.cz), <http://www.ekologie.upol.cz/>

- **Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin. Mendelova univerzita Brno.** Telefon: +420 545 133 054, +420 545 133 096. E-mail: [agrochem@mendelu.cz](mailto:agrochem@mendelu.cz); Ing. Jaroslav Záhora, CSc. – [jaroslav.zahora@mendelu.cz](mailto:jaroslav.zahora@mendelu.cz), <http://www.af.mendelu.cz>
- **Ministerstvo zemědělství České republiky** <http://eagri.cz/public/web/mze/poradenstvi-a-vyzkum/poradenstvi/registr-akreditace-poradcu/>  
**Registr poradců ÚZEI/oblast – zemědělství/podoblast – péče o půdu**
- **Bioinstitut, o.p.s.;** Olomouc, poradenství v oblasti ekologického zemědělství, ochrany půd proti erozi, opatření ve prospěch druhové rozmanitosti zemědělského podniku. Telefon: +420 581 115 181, e-mail: [info@bioinstitut.cz](mailto:info@bioinstitut.cz), <http://www.bioinstitut.cz>
- **PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců;** Šumperk – zájemci o poradenství v oblasti ekologického zemědělství se mohou obrátit na správce 11 regionálních center, jejichž kontakty jsou uvedeny na www stránkách svazu. Telefon: +420 583 216 609, e-mail: [pro-bio@pro-bio.cz](mailto:pro-bio@pro-bio.cz), <http://www.pro-bio.cz>
- **ZERA, Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s.;** Náměšť nad Oslavou, Telefon: +420 257 027 111 (ústředna), e-mail: [info@zeraagency.eu](mailto:info@zeraagency.eu), <http://www.zeraagency.eu>

### Tiráž

Podle německého originálu Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit. Die Beziehung zum Boden gestalten vydaného v roce 2012 Výzkumným ústavem pro ekologické zemědělství FiBL Švýcarsko, [www.fibl.org](http://www.fibl.org)

#### Autoři/ Autorský kolektiv:

Alfred Berner (FiBL), Herwart Böhm (vTI), Robert Brandhuber (LfL Bayern), Josef Braun (ekozemědělec, Bioland), Uwe Brede (ekozemědělec), Jean-Louis Colling-von Roesgen (ekozemědělec), Markus Demmel (LfL Bayern), Hansueli Dierauer (FiBL), Georg Doppler (ekozemědělec), Bernd Ewald (IBLA), Thomas Fisel (Bioland), Andreas Fließbach (FiBL), Jacques Fuchs (FiBL), Andreas Gattinger (FiBL), Hansueli Häberli (ekozemědělec), Jürgen Heß (Uni Kassel-Witzenhausen), Kurt-Jürgen Hülsbergen (TU München), Martin Köchli (ekozemědělec, Bioforum), Hartmut Kolbe (LfL Bayern), Martin Koller (FiBL), Paul Mäder (FiBL), Adrian Müller (FiBL), Peter Neesen (ekozemědělec), Nikola Patzel (FiBL), Lukas Pfiffner (FiBL), Harald Schmidt (SÖL), Stefan Weller (Bioland), Melanie Wild (LfL Bayern)

#### Koordinace projektu:

Nikola Patzel (FiBL)

#### Redakční spolupráce:

Annegret Grafen (Bioland), Stephanie Klaedtke a Steffi Zimmer (IBLA Luxemburg)

#### Redakce:

Nikola Patzel a Gilles Weidmann (FiBL)

#### Grafická úprava a sazba

Claudia Kirchgraber (FiBL)

#### Odborné korektury:

Max Braun, Michaela Braun, Jean-Louis Colling-van Roesgen, Marc Emering, Thomas Fisel, Ernst Frischknecht, Christa Größ, Stephan Jaun, Tom Kass, Amand Keiser, Martin Köchli, Stefan Kimmelmann, Andreas Koopmann, Jürgen Lütjens, Paul Mäder, Peter Neesen, Dieter Petsch, Alfred Schaller, Bernhard Schreyer, Ingrid Schuler-Knapp, Walter Sorms, Ann-Kathrin Spiegel, Henning Untiedt, Christian Vögeli, Manfred Weller, Stefan Weller, Markus Wiggert, Klaus-Peter Wilbois, Birgit Wilhelm

#### Fotografie:

Thomas Alföldi (FiBL): s. 7 (3), 10 (1), 13 (2), 18, 25 (1), 29; Amt für Umwelt Kanton Solothurn: s. 6 (1); Michaela Braun (Bioland-Beratung): s. 11, 23 (1), 24 (2), 31 (1); Christophe David (Agropole-Isara, Lyon): s. 27 (3); Hansueli Dierauer (FiBL): s. 10 (2), 17 (1); Otto Ehrmann (Bildarchiv Boden): s. 1, 2, 4, 7 (1), 30; Heinz Flessa (vTI)/Andreas Gattinger/Claudia Kirchgraber (FiBL)/red.: s. 28; Andreas Fließbach (FiBL): 27 (1), 27 (2); Jacques Fuchs (FiBL): s. 14, 17 (2), 19; Fritz Häni (soukr.): 7 (2); Theo Haslbeck (zemědělec Geiselhöring): s. 24 (1); Martin Koller/Alfred Berner/Claudia Kirchgraber (FiBL): s. 16; Martin Koller (FiBL): s. 20, 21 (2); Lore Kutschera (†): s. 31 (2); Paul Mäder (FiBL): s. 9; Nikola Patzel (FiBL): s. 5, 21, 25 (2), 26; Lukas Pfiffner (FiBL): s. 23 (2); Lukas Pfiffner/Claudia Kirchgraber (FiBL): s. 8; Katharina Schertler (Bioland-Beratung): s. 22; Soil Association: s. 3 (5); Strotmann/dlz agrarmagazin: s. 6; Manfred Weller (Bioland-Beratung): s. 12 (3, 6); Stefan Weller (Bioland-Beratung): s. 12 (1, 2, 4, 5), 13 (1); [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de), ©BLE, Dominik Menzler: s. 15; zVg: s. 3 (1, 3, 4, 6).

**Vydal:** Bioinstitut

**Překlad:** Radomil Hradil

#### Odborné korektury českého vydání:

Eduard Pokorný, Jiří Jandák

#### Jazyková korektura:

Jarmila Kopečková

#### Redakce:

Alena Malíková (Bioinstitut)

#### Grafická úprava a sazba

Milan Matoušek (Bioinstitut)

#### Tisk:

EPAVA, Olomouc, a.s.

#### Distribuce:

Bioinstitut, o. p. s., Ondřejova 13, 772 00 Olomouc; [www.bioinstitut.cz](http://www.bioinstitut.cz); [info@bioinstitut.cz](mailto:info@bioinstitut.cz); tel.: 581 115 181

© Bioinstitut

**ISBN: 978-80-87371-22-0**

Publikace byla vydána za finanční podpory Ministerstva zemědělství.

Publikace ke stažení na: [www.orgprints.org/24684](http://www.orgprints.org/24684).  
Originál v německém jazyce: <http://orgprints.org/21814>