

*Realizační výstup výzkumného projektu č. QK22020032 pod názvem:  
„Analýza a úpravy aplikačních schémat kompostů směřujících k posílení systému ochrany  
půdy v rámci stabilizace produkční schopnosti“*

*Financovaného Ministerstvem zemědělství ČR - Program aplikovaného výzkumu Ministerstva  
zemědělství na období 2017-2025, ZEMĚ*

### **Řešitelské organizace:**

Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko  
Česká zemědělská univerzita v Praze  
Mendelova univerzita v Brně  
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha

Uplatněná certifikovaná metodika

### **Metodika 65/2024**

## **Zhodnocení vlivu povrchové aplikace stabilního kompostu jako mulče na půdní systém**

### **Autorský kolektiv:**

Ing. Barbora Badalíková, prof. Ing. Patrik Burg, Ph.D., Ing. Petr Dvořák, Ph.D.,  
Ing. Květuše Hejátková, Ing. Jaroslav Záhora, CSc.,  
Ing. Jaroslav Lang, Ph.D., Ing. Vladimír Mašán, Ph.D.,  
Ing. Markéta Miháliková, Ph.D., Ing. Jakub Prudil,  
Ing. Petr Plíva, CSc., Ing. Jiří Souček, Ph.D.

Metodika byla schválena MZe ČR, Odborem rostlinných komodit  
pod č.j. MZE-81912/2024-13123

© Zemědělský výzkum, spol. s r. o., 2024  
© Česká zemědělská univerzita v Praze, 2024  
© Mendelova univerzita v Brně, ZF Lednice, 2024  
© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha, 2024

ISBN 978-80-88000-47-1

1. vydání

## Obsah

<b>I. Cíl metodiky</b>	4
<b>1. Úvod</b>	4
<b>II. Vlastní popis metodiky</b>	6
<b>1. Metodika experimentální část</b>	6
1.1. Půdní a klimatická charakteristika lokalit	6
1.2. Metodika pokusů	6
1.3. Metodika půdních analýz	7
1.4. Hodnocení kompostů pro jeho bezpečnou aplikaci	9
<b>2. Výsledky</b>	11
2.1. Testování a vyhodnocení kompostů	11
2.2. Půdní vlastnosti	15
2.2.1. Fyzikální vlastnosti půdy	15
2.2.2. Chemické vlastnosti půdy	16
2.2.3. Mikrobiologické vlastnosti půdy	18
2.3. Produkční a kvalitativní parametry pěstovaných polních plodin	22
<b>3. Závěry</b>	27
<b>4. Praktická doporučení</b>	28
<b>III. Srovnání novosti postupů</b>	28
<b>IV. Popis uplatnění certifikované metodiky</b>	28
<b>V. Ekonomické aspekty</b>	29
<b>VI. Seznam použité související literatury</b>	32
<b>VII. Seznam publikací předcházejících metodice</b>	34
<b>VIII. Jména oponentů</b>	36
<b>IX. Dedikace</b>	36
<b>X. Přílohy – fotodokumentace</b>	37

## **Zhodnocení vlivu povrchové aplikace stabilního kompostu jako mulče na půdní systém**

### **Abstrakt**

Předkládaná metodika vychází z ověření účinnosti povrchové aplikace kompostu. Experiment byl založen na třech lokalitách s rozdílnými pěstitelskými podmínkami, kde byl sledován během tří let vliv aplikovaného kompostu na povrch půdy jako mulče na půdní vlastnosti. Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že vlastnosti půdy byly příznivě ovlivněny aplikací kompostu jako mulče. Snížilo se zhutnění půdy a zvýšila půdní vlhkost. V případě mineralizovatelného dusíku se zvýšil potenciál uložení dusíku v půdě a jeho následného dynamického uvolňování. Výnosy nebyly aplikací kompostu zásadně ovlivněny. Úspory nákladů při aplikaci kompostu bez zapravení do půdy mohou činit rozdíl ve výši 20 – 30 %.

**Klíčová slova:** kompost, půdní vlastnosti, výnos, nákladovost aplikace

## **Evaluation of the effect of stable compost surface application as mulch on the soil system**

### **Abstract**

The presented methodology is based on the verifying the effectiveness of the surface application of compost. The experiment was conducted at three locations with different growing conditions, where the effect of applied compost on the soil surface as mulch on soil properties was monitored over three years. Based on the results, it can be concluded that the properties of the soil were favorably influenced by the application of compost as mulch. Soil compaction decreased and soil moisture increased. In the case of mineralizable nitrogen, the potential for nitrogen storage in the soil and its subsequent dynamic release increased. Yields were not significantly affected by compost application. The cost savings of applying compost without incorporating it into the soil can make a difference 20 – 30%.

**Keywords:** compost, soil properties, yield, application cost

## **I. Cíl metodiky**

Cílem metodiky je předložení výsledků s dopady povrchové aplikace kompostu na povrch půdy bez zapravení na fyzikální, chemické a mikrobiologické vlastnosti půdy. Bylo třeba zhodnotit vliv povrchové aplikace stabilních kompostů (jako mulče) na půdní systém ve srovnání se standardními systémy aplikace na orné půdě, s cílem na významnou změnu fyzikálních vlastností povrchové vrstvy půdy (podpora infiltrace a omezení půdního smyvu).

### **1. Úvod**

V provozní praxi jsou v posledních letech ověřovány také metody plošné aplikace kompostu na povrch pozemku nebo do porostu pěstovaných rostlin bez zapravení. Kvalitní kompost je pro tento způsob aplikace díky odpovídajícímu chemickému a zrnitostnímu složení nejvhodnější (White et al., 2020). Kompost je aplikován s cílem vytvoření povrchové krycí vrstvy, sloužící k ochraně půdního povrchu, k omezení růstu plevelných rostlin, snížení půdní eroze, zachování vlhkosti půdy i regulaci teploty. Při tomto způsobu aplikace se vrstva kompostového mulče postupně rozpadá a obohacuje půdu o živiny a organickou hmotu, což může dokonce pomoci při znovuoživení půdního horizontu A (Sayara et al., 2020). Zejména přidání nezralého kompostu do půdy může ovlivnit růst rostlin specifickými látkami nebo nevhodnými pěstebními podmínkami, včetně imobilizace/nerovnováhy živin nezbytných pro rostliny, fytotoxicity a přítomnosti těžkých kovů, patogenních bakterií a anorganických solí, které v konečném důsledku vedou k inhibici růstu rostlin (Wang et al., 2016; Malińska et al., 2017). Plošná povrchová aplikace může navíc přinášet další pozitivní efekt z hlediska eliminace nákladů na samotné zapravení. Úspory nákladů v tomto případě mohou činit 20–30 %.

Při respektování a uplatňování zásad trvalé udržitelnosti zemědělství sehrává významnou roli zvolený způsob aplikace organických hnojiv. V soudobé provozní praxi je nejrozšířenější plošná aplikace organických hnojiv, která spočívá v jejich rovnoměrné aplikaci, v nastavené dávce, po celé ploše hnojeného pozemku pomocí rozmetadel (Rahman et al., 2012) s jejich následným zapravením do požadované hloubky půdního profilu (Ozores-Hampton et al., 2022). V současných ekonomických podmínkách komplikuje aplikaci organických hnojiv zejména jejich dostupnost i cena, náklady na dopravu, stejně jako náklady na provoz manipulační a aplikační techniky (Raviv, 2013). Tento trend je zřetelný zejména při aplikaci vyšších dávek organických hnojiv.

Přírodní či organická hnojiva v zemědělství nejsou často využívána na té úrovni, která by přispívala k zajištění zdravé půdy a posílení její úrodnosti. Kompost obecně patří mezi hnojiva, která mohou přispět v boji proti degradaci zemědělské půdy s ohledem na spotřebu

anorganických hnojiv v tomto odvětví. Kompost zlepšuje zpracovatelnost půdy, zvyšuje její sorpční schopnosti, přispívá k redukci chorob rostlin, snižuje dopady škůdců zemědělských plodin, zmírňuje vodní erozi, a naopak navyšuje vzcháživost osiv a sadby. Celkově podporuje vitalitu půdy a biodiverzitu, která se ve zdravé a funkční půdě nachází (Šlefr, 2012).

Kompost může pomoci zachovat zemědělskou půdu živou a zajistit její úrodnost. Jak moderní hnojiva či přípravky na ochranu rostlin, tak i kvalitní kompost mohou při intenzivní zemědělské činnosti významně pomoci a snížit negativní dopady na půdu (degradaci půdy). Půda, která je degradována pozbývá schopnosti plnit svou funkci (AVČR 2020).

Užití kompostu lze při pěstování běžných polních plodin v klimatických podmínkách ČR doporučit. Studie provedená v roce 2016 v polních podmínkách na několika stanovištích ukázala, že kompost či jeho kombinace (s digestátem či zeleným hnojením), je vhodná z hlediska navýšení výnosu a bilance živin oproti kontrole (Hammerová & Gruber 2018).

Pěstitelská praxe často stojí před rozhodnutím, jak změnit systém zpracování a agrotechniky, aby vyhovoval současným půdně-klimatickým podmínkám a požadavkům na správnou zemědělskou praxi, resp. dotační politice. V oblasti kompostů a jejich využití byly vyvinuty nové výsledky a schémata aplikace zralého, stabilního kompostu bez jeho zapravení. To se slučuje a vyhovuje řadě přístupů a systémů zpracování půdy (No-till, Strip-till), kde je třeba zajistit a rozšířit možnosti aplikace organických látek do půdy a to i během vegetace.

Změna pěstitelských podmínek, jako změna teplot, srážkových úhrnů a jejich distribuce, přehodnocení erozní ohroženosti pozemků a v důsledku toho změna systému zpracování půdy či dostupnost organických hnojiv a možnosti hnojení obecně, vede k hledání a ověřování dalších způsobů udržitelného pěstování polních plodin. Hlavním cílem a předpokladem by mělo být zajištění kvalitní a zdravé půdy.

Metodika je výstupem z projektu, který reagoval na požadavek MZe, reps. jeho výzkumné výzvy „Analýza a úpravy aplikačních schémat kompostů směřujících k posílení systému ochrany půdy v rámci stabilizace produkční schopnosti“ prostřednictvím Národní agentury pro zemědělský výzkum (NAZV).

## II. Vlastní popis metodiky

Pokus probíhal v letech 2022–2024 na třech pokusných lokalitách:

A) Pro farm Blatnice (k.ú. Jaroměřice) - podnik konvenčního zemědělství (kraj Vysočina), B) HZS Jevíčko a.s. – podnik konvenčního zemědělství (kraj Pardubický), C) EKOFARMA PROBIO s.r.o., Velké Hostěrádky – podnik ekologického zemědělství (kraj Jihomoravský).

### 1. Metodika experimentální části

#### 1.1. Půdní a klimatická charakteristika pokusných lokalit

Lokalita Blatnice – klimatický region 5 – mírně teplý, mírně vlhký (MT2), dlouhodobá průměrná roční teplota 7 – 8 °C, průměrný dlouhodobý úhrn srážek 550 – 650 mm.

Genetický půdní představitel dle KPP: kambizem modální karbonátový (KA<sub>mc</sub>), bezskeletovitá, s příměsí s celkovým obsahem skeletu do 25 %. Hloubka půdy hluboká až středně hluboká do 30 cm, sklonitost terénu rovina až úplná rovina, sklon terénu 0 – 3 °.

Lokalita Jevíčko – klimatický region 5 – mírně teplý, mírně vlhký (MT2), dlouhodobá průměrná roční teplota 7 – 8 °C, průměrný dlouhodobý úhrn srážek 550 – 650 mm

Genetický půdní představitel dle KPP: kambizem modální eubazická (KA<sub>me</sub>), bezskeletovitá, s příměsí s celkovým obsahem skeletu do 25 %, půda hluboká až středně hluboká do 30 cm, erozně ohrožený pozemek, sklon terénu 3 – 7 °.

Lokalita Velké Hostěrádky – klimatický region 3 – teplý, mírně vlhký (T3), dlouhodobá průměrná roční teplota 8 – 9 °C, průměrný dlouhodobý úhrn srážek 550 – 650 mm.

Genetický půdní představitel dle KPP: černozem modální (CE<sub>m</sub>), bezskeletovitá, s příměsí s celkovým obsahem skeletu do 10 %, půda hluboká do 60 cm, sklon terénu – téměř na rovině.

#### 1.2. Metodika pokusů

Na všech pokusných lokalitách byly na začátku vegetace v roce 2022 založeny dvě stejné varianty:

A) varianta kontrolní bez aplikace kompostu (v textu dále označena jako kontrola)

B) varianta s kompostem v různém množství a v různém období aplikace (v textu dále označena jako kompost)

Na lokalitě Jevíčko byl aplikován kompost pouze jednou na začátku pokusu v dávce 200 t/ha koncem února 2022 do vymrzlé meziplodiny.

Na lokalitě Blatnice byl aplikován kompost na povrch půdy každý rok vždy po sklizni hlavní plodiny v dávce 30 t/ha.

Na lokalitě Velké Hostěradky byl aplikován kompost každý rok vždy do porostu hlavní plodiny během vegetace v dávce 30 t/ha.

*Osevní sledy:* lokalita Jevíčko: 2022 – 2024 – kukuřice na siláž, vymrzající meziplodina

lokalita Blatnice: 2022 – řepka ozimá, 2023 – pšenice ozimá, 2024 – kukuřice na zrno

lokalita Velké Hostěradky: 2022 – oves nahý, meziplodina, 2023 – jetel nachový, 2024 – pšenice jarní

### 1.3. Metodika půdních analýz

Na začátku a na konci vegetace byly odebírány půdní vzorky pro stanovení vybraných fyzikálních a chemických vlastností půdy, včetně obsahu organického uhlíku. Pro stanovení biologických vlastností půdy byly odebrány vzorky půdy k zjištění obsahu půdní biomasy pro zhodnocení počátečního stavu půdy před aplikací kompostu a na podzim po aplikaci kompostu.

Fyzikální vlastnosti půdy z půdních vzorků v neporušeném stavu dle Kopeckého byly odebrány jen jednou v roce na začátku vegetace v květnu z hloubek 0–0,10 m, 0,10–0,20 m, 0,20–0,30 m a zahrnují tato stanovení: objemovou hmotnost redukovanou, celkovou pórovitost, momentální obsah vody a vzduchu, maximální kapilární vodní kapacitu a minimální vzdušnou kapacitu.

Struktura půdy – byla stanovena proséváním suché zeminy na sítěch o průměrných otvorech 0,25; 0,5; 2; 5; 10; 20 mm. Vzorky byly odebírány ze dvou hloubek, a sice 0–0,15; 0,15–0,30 m ve třech opakováních. Každá strukturní frakce byla samostatně zvážena a přepočtena na procenta. Pro vlastní hodnocení byl vypočítán koeficient strukturnosti, který vyjadřuje vztah mezi agronomicky hodnotnými (0,25–10 mm) a méně hodnotnými strukturními elementy (>10 a <0,25 mm).

Vlhkost půdy (hmotnostní %) v půdě byla zjišťována gravimetrickou metodou z hloubek 0–0,05; 0,05–0,10; 0,10–0,20 a 0,20–0,30 m.

Chemické analýzy byly provedeny na základní obsah živin v půdě, a sice: výměnné  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ,  $\text{N}_{\text{celk}}$ , P, K, Mg, Ca,  $\text{C}_{\text{org}}$ , humus a kvalita humusu (HK/FK) z hloubek

0–0,15 m, 0,15–0,30 m. Vzorky byly odebírány současně se vzorky pro stanovení obsahu humusu. Výměnná půdní reakce pH byla stanovena z výluhu KCl potenciometricky, obsah přístupného fosforu, draslíku a hořčíku byl stanoven na spektrofotometru metodou podle Melicha III (vyjádřeno v mg na 1 kg půdy) a obsah celkového dusíku mineralizací, destilační metodou podle Kjeldahla (vyjádřen v %). Celkový obsah organického uhlíku ( $C_{org}$ ) byl stanoven oxidimetrickou titrací podle Nelson a Sommers (1982), humus byl přepočten daným koeficientem z  $C_{org}$  podle vzorce:  $\text{Humus (\%)} = C_{org} \times 1,724$ , (kde 1,724 je přepočítací koeficient za předpokladu, že humus obsahuje 58% uhlíku), humusové látky (HL) byly extrahovány směsí 0,1M pyrofosforečnanu sodného a 0,1M NaOH (Kononová a Bělčíková, 1963).

Mikrobiologické vlastnosti půdy – a) *Stanovení basální a potenciální půdní respirace* – pro stanovení basální (BPR) i potenciální (PPR) půdní respirace byla použita metoda poutání  $CO_2$  natrokalcitem. Ve stanovený den odběru byly náhodně odebrány půdní vzorky z ornice do hloubky 18 cm na nejméně pěti místech pro zajištění dostatečné reprezentativnosti vzorků půdy pomocí speciální půdní sondy s výměnnou přední částí pro odběr neporušených půdních vzorků.

b) *Stanovení mineralizovatelného dusíku* – Vzhledem ke značné složitosti a komplexnosti procesů, které se promítají do koloběhu dusíkatých látek, byla zvolena metoda vyhodnocení indexu dostupnosti dusíku (sensu KEENEY 1982). Metoda je založená na produkci amonných iontů v průběhu sedmidenní anaerobní inkubace půdních vzorků při teplotě 40 °C.

c) *Hodnocení vyplavování N do podzemních vod* – K měření množství vyplavovaných iontů dusíku byla použita metoda aplikace plochých vodorovných disků s iontoměniči vloženými vodorovně na rozhraní ornice a podorničí. Dusičnanové ionty byly zachytávány na anexová zrna, amonné ionty byly zachytávány na zrna katexu. Iontoměniče sestávají ze syntetického polymeru, pomocí něhož jsou ionty rozpuštěné v roztoku nahrazeny jinými ionty stejného náboje. Mechanismus tohoto procesu je založen na iontové výměně. Množství zachycených amonných nebo nitrátových iontů na zrnech iontoměničů podává informaci o tom, kolik dusíku a v jaké formě je půdní prostředí schopno nenávratně uvolnit (ztratit) z uzavřených vnitřních cyklů.

Výnosy – byly prováděny ruční sklizní zvláště u každé varianty dle plodin a daných metodik ÚKZÚZ. Např. výnosy zrna u ovsa nahého, při realizaci polního pokusu v roce 2022, byly hodnoceny u klasů odebraných z 15 rostlin ze zvolené maloparcelky (3 opakování). Vzorky byly označeny a připraveny k posklizňovým rozborům. Výnos zrna byl stanoven přepočtem na výsev 80 tis. rostlin na ha (při standardní vlhkosti 14%). Hmotnost tisíce zrn byla stanovena v



plné zralosti z podílu čistých zrn ručním odpočítáním 2 x 500 zrn a jejich následným zvážením. Obsah dusíkatých látek v sušině (%) byl stanoven metodou NIRS za použití kalibrační křivky zjištěné na základě analýz reprezentativního množství vzorků metodou podle Kjeldahla.

#### 1.4. Hodnocení kompostů pro jeho bezpečnou aplikaci

Stabilita a zralost jsou vlastnosti kompostu, které spolu velmi úzce souvisí. Stabilita je používána více v souvislosti s potenciální možností materiálu se rozkládat, přeměňovat uvolňovat zápašné látky; zralost je více chápána v souvislosti s možnou fyto toxicitou:

- stabilita udává podíl již rozložené organické substance a výši aktivity mikroorganismů.
- zralost kompostu se naproti tomu vztahuje ke stupni rozložení fyto toxických substancí vznikajících při procesu kompostování, např. N-NH<sub>3</sub> nebo organické kyseliny s krátkým řetězcem, a k rostlinné snášenlivosti kompostu. Definice zralosti kompostu vychází z plánovaného účelu použití. Znamená, že živiny a energie byly převedeny do stabilní organické hmoty.

Sledované parametry kvality kompostu pro povrchovou aplikaci bez zapravení do půdy

- Proces kompostování – zásadní podmínkou pro dosažení definované kvality kompostu jako takového a zároveň podmínka pro minimalizaci skleníkových plynů v procesu kompostování, uložení a aplikace kompostu je:
  - dodržení optimálních podmínek surovinové skladby (C: N 20–30, vlhkost 40–65 %, struktura 30–40 %),
  - ukončení procesu v okamžiku, kdy teplota v základce klesne trvale pod 40 °C a zároveň proces kompostování včetně fáze dozrávání trval minimálně 180 dnů od založení základky /od homogenizace.
- Kvalita kompost – splnění limitních hodnot nebo rozsahu parametrů dle ČSN
  - senzorické hodnocení musí být sypký, homogenní, musí mít zemitou vůni bez pachů, které svědčí o přítomnosti nežádoucích látek (jako například sirovodík, amoniak, ropné produkty).
  - metody stanovení zralosti a stability
    - stabilita – monitoring průběhu teplot a vlhkosti a doba kompostovacího procesu
    - zralost – stanovení prostřednictvím transformačních procesů dusíkatých látek – minerálních forem N jako N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, jejich vzájemné poměry a obsah v celkovém N; elektrická vodivost, hodnota pH, test fyto toxicity (řeřicha), obsah spalitelných látek

### Možnost změny aplikace kompostu

Z výzkumných zjištění projektu budou doporučeny změny právních předpisů pro možnost aplikace kompostu bez zapravení, jako produktu správného procesu kompostování, splňujícího dané požadavky.

Kompost, který může být aplikován povrchově bez zapravení, musí splňovat definované parametry a garantuje optimální průběh procesu kompostování a následně efektivitu využití živin z povrchově aplikovaného kompostu

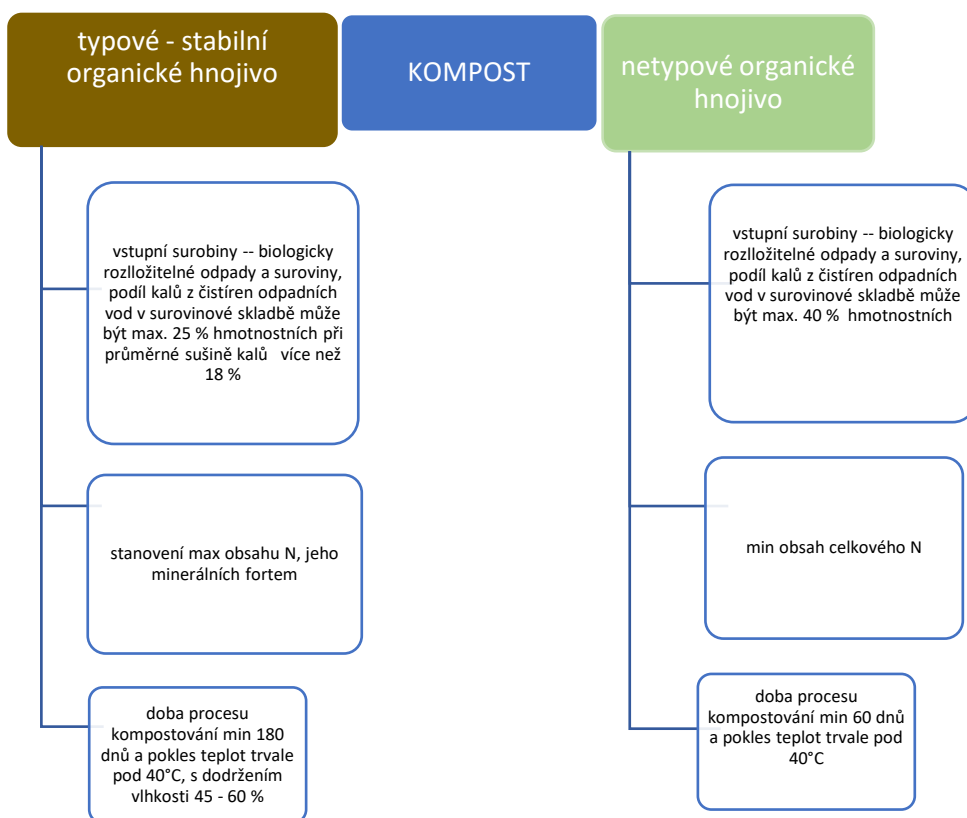
Předkládáme proto požadavek na úpravu legislativy týkající se kompostování, konkrétně vyhlášky MZe č. 474/2000 Sb. a vyhlášky 377/2013 Sb.

Cílem této změny je:

1. Redefinice kvalitativních parametrů kompostu tak, aby parametry odpovídaly požadavkům na kvalitu kompostu v ostatních zemích EU. Přesná definice kvality kompostu navíc zajistí minimalizaci emisí skleníkových plynů jak při výrobě, tak po aplikaci na pole – úprava vyhlášky č. 474/2000 Sb. o stanovení požadavků na hnojiva
2. Nastavení pravidel pro možnost aplikace kompostu bez zapravení odpovídající požadavkům kvality kompostu – úprava vyhlášky 377/2013 Sb. o skladování a způsobu použití hnojiv

Hlavním cíle pro rozlišení kvality kompostu a jejich zařazení jsou definice minimálních a maximálních obsahů celkového N a N-NH<sub>4</sub>, definice vstupních surovin a podmínek ukončení kompostovacího procesu (obr.1).

Současná platná legislativa řadí kompost mezi organická hnojiva se sušinou nad 13 %. Toto zařazení se následně promítá i do dalších požadavků (dávky, aplikace, apod). Z toho vyplývá, že na kompost v ČR není nahlíženo dle jeho specifických vlastností, kdy tento produkt prošel procesem kompostování, ve kterém je základním předpokladem stabilizace živin a organické hmoty. Proto předkládáme následující změny právních předpisů, které umožní specifikovat kompost jako typové hnojivo s definicí parametrů stability a zralosti, a v návaznosti upravit možnosti aplikace. Výsledná kvalita kompostu je vždy v závislosti na dodržení procesních kroků správné Kompostářská praxe – z mikrobiologického hlediska představuje kompost komplexní hnojivo s mikrobiálně řízeným uvolňováním živin. Klíčová živina – dusík – je díky procesu vázán v organických formách, a tím chráněn proti ztrátám (emisím).



(Hejátková a kol.)

**Obr. 1: Aplikační schéma kompostů**

## 2. Výsledky

### 2.1. Testování a vyhodnocení kompostů

**Tab. 1: Vstupní suroviny v daných kompostárnách a technologie kompostování**

lokality	kompostárna - - provozovatel	technologie	skladba surovin	kapacita t/rok
<b>A</b>	Pro farm Blatnice	na volné ploše s překopávačem	tříděný biologicky rozložitelný odpad rostlinného charakteru	<b>2 500</b>
<b>B</b>	HZS Jevíčko a.s.	na volné ploše s překopávačem	tříděný biologicky rozložitelný odpad rostlinného charakteru	<b>2 500</b>
<b>C</b>	FERTIA s.r.o, provozovna Blansko, Vícenice u Náměště n.O.	otevřený box s pásy pro provzdušňování	tříděný biologicky rozložitelný odpad rostlinného charakteru, statková hnojiva	<b>3 000</b>

Tab. 1 definuje vybrané kompostárny a jejich základní specifikace a přiřazení k výzkumným lokalitám. V rámci projektu byly odebírány vzorky kompostu jak z kompostáren pro aplikaci na lokalitách, tak další z vytypovaných zařízení v ČR pro ověření kvality kompostu v praxi. U kompostů byly sledovány parametry dle ČSN 465735 Kompostování. Všechny komposty splnily požadavky na kvalitativní parametry a na limitní hodnoty rizikových prvků pro aplikaci na zemědělskou půdu. Sledované výživové hodnoty jsou informativní. V tabulkách 2–4 jsou uvedeny výsledky vzorků kompostu pro aplikaci na lokalitách ve zvolených parametrech. Všechny sledované parametry jsou souhrnně uvedeny a statisticky zpracovány v tab. 5.

Kvalita stabilního kompostu bez zapravení musí splnit parametry v následujících hodnotách:

- Vodivost max 3 mS/cm
- Vlhkost 30–65 %
- Spalitelné látky 25–35 %
- Celkový N 0,6 – 1,5 % v sušině
- C: N max 20
- pH 6 – 9
- obsah N<sub>min</sub> (N-NH<sub>4</sub> + N-NO<sub>3</sub>) max 10 % celkového N
- obsah N – NH<sub>4</sub> 75 – 500 mg / kg v sušině
- doba aerobního kompostovacího procesu min 180 dní a pokles teplot pod 40 °C

Rozbory kompostu na pokusných lokalitách prokazují, že umí vyrobit stabilní kompost pro technologii bez zapravení, jednotlivé odchylky v parametru obsah N<sub>min</sub> v celkovém N a obsah N-NH<sub>4</sub> byl způsoben chybami procesu kompostování konkrétně složení surovinové skladby (tab. 1 – N<sub>min</sub> v celkovém N) a nedodržení doby procesu kompostování (tab. 3 obsah N – NH<sub>4</sub>).

**Tab. 2: Testy kvality kompostu během sledovaných let na lokalitě Blatnice**

Lokalita Pro Farm Blatnice - kvalita kompostu / testy																		
termín aplikace	dávka t/ha		vlhkost	spalitelné látky	N celkem		C : N	pH	Nmin z N celk.		N-NH4		N-NO3	poměr N-NH4(N-NO3)	fytotoxičita	elektrická vodivost	index stability	
datum	ve hmotě	v sušíně	%	%	%	mg/kg v sušíně			% v sušíně	mg/kg v sušíně	% v sušíně	mg/t v sušíně	mg/kg v sušíně		%	max. mS/cm		
12.08.2022	31	10	33,92	39,4	1,61	16,1	12	8,5	20,55	3 308	0,04	398	2 910	0,14	100	1,22	6,9	
26.04.2023	30	12	41,84	31,5	1,42	14,2	11	8,4	2,37	336	0,02	202	134	1,51	100	1,15	8,2	
20.11.2023	30	9	28,22	25,1	1,19	11,9	11	8,6	7,84	933	0,05	506	427	1,19	100		7,5	
26.03.2024	30	10	32,51	26	1,27	12,7	10	8	7,46	947		204	743	0,27	100	1,03	7,5	
předpoklad stabilní kompost			30 - 65	min. 25	0,6-1,8	x	max.20	6 - 9	10	x	x	x	x	max 1	x	3	x	
předpoklad stabilní kompost bez zapravení			30-65	25-40	0,6-1,5	x	max. 20	6-9	10	x	x	75 - 500	x	x	x	3	x	

**Tab. 3: Testy kvality kompostu během sledovaných let na lokalitě Jevíčko**

Lokalita HZS Jevíčko a.s. - kvalita kompostu / testy																		
termín aplikace	dávka t/ha		vlhkost	spalitelné látky	N celkem		C : N	pH	Nmin z N celk.		N-NH4		N-NO3	poměr N-NH4(N-NO3)	fytotoxičita	elektrická vodivost	index stability	
datum	ve hmotě	v sušíně	%	%	%	mg/kg v sušíně			% v sušíně	mg/kg v sušíně	% v sušíně	mg/t v sušíně	mg/kg v sušíně		%	max. mS/cm		
28.02.2022	200	103	51,45	47,1	1,88	18,8	13	9	2,89	543	0,03	304	239	1,27	100	1,08	4,1	
předpoklad stabilní kompost			30 - 65	min. 25	0,6-1,8	x	max.20	6 - 9	10	x	x	x	x	max 1	x	3	x	
předpoklad stabilní kompost bez zapravení			30-65	25-40	0,6-1,5	x	max. 20	6-9	10	x	x	75 - 500	x	x	x	3	x	

**Tab. 4: Testy kvality kompostu během sledovaných let na lokalitě Velké Hostěradky**

Lokalita Ekofarma PRO BIO s.r.o. - kvalita kompostu / testy																		
termín aplikace	dávka t/ha		vlhkost	spalitelné látky	N celkem		C : N	pH	Nmin z N celk.		N-NH4		N-NO3	poměr N-NH4(N-NO3)	fytotoxičita	elektrická vodivost	index stability	
datum	ve hmotě	v sušíně	%	%	%	mg/kg v sušíně			% v sušíně	mg/kg v sušíně	% v sušíně	mg/t v sušíně	mg/kg v sušíně		%	max. mS/cm		
24.03.2022	30	8	27,45	20,5	1,83	18,3	6	6	7,13	1305	0,06	641	664	0,96	100	1,2	6,6	
24.06.2023	30	7	24,42	33,9	1,66	16,6	10	7,6	22,76	3778	0,02	238	3540	0,07	100	1,21	7,8	
26.04.2023	30	12	39,29	35,3	1,5	15	12	8,7	6,45	964	0,07	798	169	4,72	100	1,2	8	
23.02.2024	30	13	42,78	26	1,21	12,1	10	8,1	5,47	705		133	572	0,23	100	1,04	6,8	
předpoklad stabilní kompost			30 - 65	min. 25	0,6-1,8	x	max.20	6 - 9	10	x	x	x	x	max 1	x	3	x	
předpoklad stabilní kompost bez zapravení			30-65	25-40	0,6-1,5	x	max. 20	6-9	10	x	x	75 - 500	x	x	x	3	x	

**Tab. 5: Statistika hlavních parametrů kompostu**

Parametr	počet vzorků	střední hodnota	max. hodnota	min. hodnota	limitní hodnoty stávající legislativa	Limitní hodnoty navržené pro změnu legislativa	
						stabilní kompost	stabilní kompost bez zapravení
Vodivost (mS/cm)	37	1,05 (± 0,24)	1,7	0,63	x	3	3
Vlhkost (%)	40	42,08 (± 8,86)	64,79	24,42	30 - 65	30 - 65	30-65
Spalitelné látky (%)	40	34,95 (± 8,26)	50,2	9,4	min 25	min 25	min. 25
pH	37	8,40 (± 0,59)	9	6	6-9	6-9	6-8
N celkový (%)	40	1,56 (± 0,26)	2,1	1,1	min 0,6	max 2,5	max 1,8
C:N	40	11,00 (± 2,30)	17	4	max 30	max 20	max 20
N-NO <sub>3</sub> mg/kg	40	595 (± 1 445,11)	5 970,00	54,6	x	x	x
N-NH <sub>4</sub> mg/kg	40	305 (± 491,06)	2 710,00	133	x	x	x
poměr NH <sub>4</sub> /NO <sub>3</sub>	40	0,6 (± 2,81)	12	0,03	x	max 1	max 0,5
N minerální celkový mg / kg	40	1092 (± 1405,10)	6 162,00	234,6	x	x	x
Obsah N min. v celkovém N (%)	40	7,7 (± 8,26)	35,01	1,7	x	max. 10	max. 10
MgO (g/kg)	37	9,48 (± 3,72)	28,2	5,06	x	x	x
K <sub>2</sub> O (g/kg)	37	21,1(± 6,13)	37,7	8,55	x	x	x
Na (g/kg)	37	0,60 (± 0,34)	1,96	0,39	x	x	x
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/kg)	37	8,72 (± 2,78)	23,1	6,32	x	x	x
S (g/kg)	37	2,48 (± 1,07)	5,31	0,72	x	x	x
Arsen (mg/kg)	40	3,49(± 4,11)	26,7	0,12	30	30	30
Kadmium (mg/kg)	40	0,44 (± 0,44)	2,1	0,22	2	2	2
Chrom (mg/kg)	40	28,55 (± 12,03)	72,7	16,5	100	100	100
Měď (mg/kg)	40	35,60 (± 12,59)	125	21,3	150	150	150
Rtuť (mg/kg)	40	0,08 (± 0,06)	0,38	0,05	1	1	1
Nikl (mg/kg)	40	16,40 (± 5,76)	46,9	8,49	50	50	50
Olovo (mg/kg)	40	23,00 (± 23,12)	154	8,99	100	100	100
Zinek (mg/kg)	40	163,50 (± 45,54)	590	106	600	600	600

Střední hodnoty rozborů v tab. 5 prokazují, že praxe kompostáren v ČR je schopna vyrobit stabilní kompost pro technologii základní agrotechniky bez zapravení. Pokud kompostárna nastaví řízení procesu za dodržení optimálních podmínek surovinové skladby (C: N 20–30, vlhkost 40–65 %, struktura 30–40 %) a doby procesu zajistí tak podmínky správného biologického procesu a tím produkci kompostu ve výše uvedené kvalitě.

## **2.2. Půdní vlastnosti**

Na všech lokalitách byly sledovány půdní vlastnosti po aplikaci kompostu na orné půdě bez jeho zapravení. Byly hodnoceny půdní fyzikální, chemické a mikrobiální hodnoty a na svažitém pozemku v Jevíčku i eroze půdy.

Co se týče eroze půdy na lokalitě v Jevíčku, můžeme konstatovat, že nebyl zjištěn žádný erozní smyv půdy během sledovaných let.

### **2.2.1. Fyzikální vlastnosti půdy**

V tab. 5 jsou vyhodnoceny základní významné fyzikální vlastnosti půdy na sledovaných lokalitách během tří let. Podle statistického hodnocení na lokalitě Blatnice byl průkazný rozdíl v utužení půdy, čili objemová hmotnost redukována (O<sub>Hr</sub>) pouze v roce 2024. Vyšší byl u varianty kontrolní. V ostatních letech nebyl rozdíl zjištěn. U vlhkosti půdy nebyl zjištěn v žádném roce statisticky průkazný rozdíl mezi variantami. Na lokalitě Jevíčko byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl u O<sub>Hr</sub> v roce 2022. O<sub>Hr</sub> v tomto roce byla vyšší u kontrolní varianty. U vlhkosti půdy byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl pouze v roce 2023. Vyšší hodnoty vlhkosti půdy byly zjištěny u var. s kompostem. Na lokalitě Velké Hostěradky byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl u O<sub>Hr</sub> v letech 2023 a 2024. V obou případech byla zjištěna vyšší hodnota O<sub>Hr</sub> u var. kontrolní. U vlhkosti půdy nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ani v jednom roce.

**Tab. 5: Statistické vyhodnocení hlavních fyzikálních vlastností půdy**

lokality	rok	varianta	OHR (g.cm <sup>-3</sup> )		vlhkost (%hmot.)	
Blatnice	2022	kontrola	1,22	c-l	16,93	fj
		kompost	1,17	a-ch	16,93	fj
	2023	kontrola	1,11	a-g	21,01	i-j
		kompost	1,10	a-f	22,33	j-k
	2024	kontrola	1,21	c-k	16,94	fj
		kompost	1,00	a	17,47	fj
Jevíčko	2022	kontrola	1,50	j	15,75	a-d
		kompost	1,22	b-h	20,80	a-f
	2023	kontrola	1,09	a-c	20,78	a-f
		kompost	1,02	a-b	44,49	g
	2024	kontrola	1,16	a-e	16,09	a-e
		kompost	1,12	a-d	24,43	c-f
Velké Hostěrádky	2022	kontrola	1,36	e-j	12,79	a
		kompost	1,29	b-j	14,04	a-c
	2023	kontrola	1,37	fj	20,39	ch-l
		kompost	1,17	b-d	20,00	ch-l
	2024	kontrola	1,34	d-j	15,31	a-e
		kompost	0,94	a	16,91	c-h

Písmena ve sloupcích v horním indexu zařazují varianty do skupin podle výsledků Tukeyova testu na hladině významnosti  $P < 0.05$ .

### 2.2.2. Chemické vlastnosti půdy

V tab. 6 jsou vyhodnoceny důležité chemické vlastnosti půdy z hlediska vlivu kompostu na půdu. V tabulce jsou hodnoceny všechny sledované lokality během tří let. Statisticky průkazný rozdíl na lokalitě Blatnice nebyl zjištěn u Cox ani v jednom roce. U  $N_{\text{celk}}$ . Byl statisticky průkazný rozdíl mezi variantami v hloubce 0-0,15 m v roce 2022. V roce 2024 byl statisticky průkazný rozdíl mezi variantami v hloubce 0-0,15 m. Vyšší obsah  $N_{\text{celk}}$  byl u var. s kompostem. U pH nebyl zjištěn žádný statisticky průkazný rozdíl.



**Tab. 6: Statistické vyhodnocení chemických vlastností půdy**

lokality	rok	varianta	hloubka	Cox (%)	N <sub>celk</sub> (%)	pH
Blatnice	2022	kontrola	0-0,15	1,63 <sup>c-f</sup>	0,21 <sup>e-g</sup>	6,20 <sup>c-f</sup>
		kompost	0-0,15	1,86 <sup>e-h</sup>	0,26 <sup>h</sup>	6,53 <sup>f-i</sup>
		kontrola	0,15-0,30	1,38 <sup>a-c</sup>	0,21 <sup>d-g</sup>	6,40 <sup>d-ch</sup>
		kompost	0,15-0,30	1,49 <sup>b-d</sup>	0,20 <sup>c-f</sup>	6,37 <sup>c-h</sup>
	2023	kontrola	0-0,15	2,02 <sup>g-i</sup>	0,21 <sup>c-g</sup>	6,50 <sup>e-i</sup>
		kompost	0-0,15	2,11 <sup>h-i</sup>	0,19 <sup>b-e</sup>	6,60 <sup>g-j</sup>
		kontrola	0,15-0,30	1,63 <sup>c-f</sup>	0,16 <sup>a-b</sup>	6,40 <sup>d-ch</sup>
		kompost	0,15-0,30	1,63 <sup>c-f</sup>	0,16 <sup>a-b</sup>	6,29 <sup>c-g</sup>
	2024	kontrola	0-0,15	1,63 <sup>c-f</sup>	0,21 <sup>e-g</sup>	6,20 <sup>c-f</sup>
		kompost	0-0,15	1,86 <sup>e-h</sup>	0,26 <sup>h</sup>	6,53 <sup>f-i</sup>
		kontrola	0,15-0,30	1,38 <sup>a-c</sup>	0,21 <sup>d-g</sup>	6,40 <sup>d-ch</sup>
		kompost	0,15-0,30	1,49 <sup>b-d</sup>	0,20 <sup>c-f</sup>	6,37 <sup>c-h</sup>
Jevíčko	2022	kontrola	0-0,15	1,13 <sup>c-h</sup>	0,20 <sup>b-d</sup>	6,00 <sup>c-f</sup>
		kompost	0-0,15	1,44 <sup>h-ch</sup>	0,21 <sup>c-e</sup>	6,53 <sup>f-g</sup>
		kontrola	0,15-0,30	0,89 <sup>a-d</sup>	0,15 <sup>a-c</sup>	5,50 <sup>a-c</sup>
		kompost	0,15-0,30	0,86 <sup>a-d</sup>	0,13 <sup>a-b</sup>	6,17 <sup>d-f</sup>
	2023	kontrola	0-0,15	1,27 <sup>fh</sup>	0,18 <sup>a-d</sup>	5,89 <sup>b-e</sup>
		kompost	0-0,15	1,59 <sup>ch</sup>	0,28 <sup>e</sup>	6,63 <sup>f-g</sup>
		kontrola	0,15-0,30	0,97 <sup>a-f</sup>	0,13 <sup>a-c</sup>	5,89 <sup>b-e</sup>
		kompost	0,15-0,30	0,89 <sup>a-d</sup>	0,14 <sup>a-c</sup>	6,22 <sup>d-f</sup>
	2024	kontrola	0-0,15	1,16 <sup>d-h</sup>	0,20 <sup>b-d</sup>	6,00 <sup>c-f</sup>
		kompost	0-0,15	1,44 <sup>h-ch</sup>	0,21 <sup>c-e</sup>	6,53 <sup>f-g</sup>
		kontrola	0,15-0,30	0,89 <sup>a-d</sup>	0,15 <sup>a-c</sup>	5,50 <sup>a-c</sup>
		kompost	0,15-0,30	0,86 <sup>a-d</sup>	0,13 <sup>a-b</sup>	6,17 <sup>d-f</sup>
Velké Hostěrádky	2022	kontrola	0-0,15	1,13 <sup>g</sup>	0,15 <sup>a-b</sup>	7,23 <sup>j-k</sup>
		kompost	0-0,15	1,11 <sup>g</sup>	0,15 <sup>a-b</sup>	7,17 <sup>ch-k</sup>
		kontrola	0,15-0,30	1,10 <sup>g</sup>	0,16 <sup>a-c</sup>	7,20 <sup>i-k</sup>
		kompost	0,15-0,30	1,06 <sup>f-g</sup>	0,14 <sup>a-b</sup>	7,10 <sup>h-k</sup>
	2023	kontrola	0-0,15	1,07 <sup>f-g</sup>	0,17 <sup>a-c</sup>	6,41 <sup>b-c</sup>
		kompost	0-0,15	1,14 <sup>g</sup>	0,21 <sup>c</sup>	6,73 <sup>d-g</sup>
		kontrola	0,15-0,30	1,04 <sup>e-g</sup>	0,13 <sup>a-b</sup>	6,72 <sup>d-g</sup>
		kompost	0,15-0,30	1,09 <sup>g</sup>	0,14 <sup>a-b</sup>	6,67 <sup>c-f</sup>
	2024	kontrola	0-0,15	1,13 <sup>g</sup>	0,15 <sup>a-b</sup>	7,23 <sup>j-k</sup>
		kompost	0-0,15	1,11 <sup>g</sup>	0,15 <sup>a-b</sup>	7,17 <sup>ch-k</sup>
		kontrola	0,15-0,30	1,10 <sup>g</sup>	0,13 <sup>a-b</sup>	7,20 <sup>i-k</sup>
		kompost	0,15-0,30	1,06 <sup>f-g</sup>	0,14 <sup>a-b</sup>	7,10 <sup>h-k</sup>

Písmena ve sloupcích v horním indexu zařazují varianty do skupin podle výsledků Tukeyova testu na hladině významnosti  $P < 0.05$ .

Na lokalitě Jevíčko byl statisticky průkazný rozdíl u hodnot  $C_{ox}$  mezi variantami pouze v hloubce 0-0,15 m v roce 2023. Vyšší obsah  $C_{ox}$  byl zjištěn u var. s kompostem. U obsahu  $N_{celk}$  byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl pouze v roce 2023 v hloubce 0,0-0,15 m. Vyšší podíl  $N_{celk}$  byl zjištěn u var. s kompostem. U pH byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ve všech sledovaných letech. V roce 2022 bylo zjištěno nižší pH u kontrolní var. v hloubce 0,15-0,30 m. V roce 2023 bylo zjištěno nižší pH u kontr. var. v hloubce 0-0,15 m. V roce 2024 bylo zjištěno nižší pH u kontrolní var. v hloubce 0,15-0,30. Na lokalitě Velké Hostěrádky u

$C_{ox}$  a  $N_{celk}$  nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v žádném roce. U pH byly zjištěny rozdíly pouze v roce 2023 v hloubce 0-0,15 m. Nižší pH bylo zjištěno u kontrolní var.

### 2.2.3. Mikrobiologické vlastnosti půdy

Stanovení půdní mikrobiální respirace, bazální a potenciální, mineralizovatelného půdního dusíku, rizika vyplavování minerálních forem dusíku (*ex situ* a *in situ*).

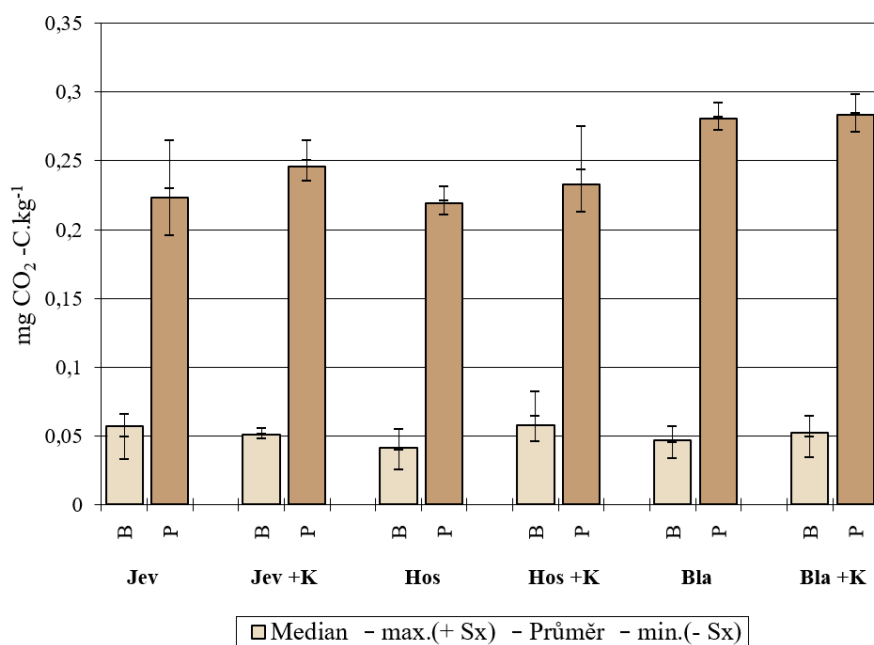
#### a) Mikrobiální respirace



**Obr. 2: Inkubační nádoby, ve kterých byla inkubována půda ke stanovení basální a potenciální půdní respirace**

Výsledky měření mikrobiální respirace jsou uvedeny v grafu 1.

**Graf 1: Statistické výsledky basální a potencionální respirace půdy na sledovaných stanovištích**



Basální (B) a potenciální (P) respirace půdních vzorků na stanovištích Jevíčko (Jev odběr 25.4. 2023); na stanovišti Velké Hostěradky (Hos odběr 4.5. 2023) a ve dvou odběrových termínech na stanovišti Blatnice (Bla odběr v roce 4. 5. 2023). Aplikace kompostu je pod osou x indikována u každého stanoviště přípojením označení +K.

Na základě uvedeného grafu získaného vyhodnocením pěti dílčích opakování z každé lokality je možno porovnat respiraci půdy bez přidání glukózy v půdních vzorcích ovlhčených zpětně na optimální vlhkost pro aktivitu půdních organismů a potenciální respiraci půdních vzorků po stimulaci půdního prostředí glukózou. Dílčí naměřené hodnoty nebyly podle relativně úzkého rozsahu intervalu spolehlivosti (střední odchylka průměru ( $\pm S_x$ ) příliš variabilní, a tak dovolují vyslovit následující dílčí závěry: 1) potenciální půdní respirace převyšuje průměrně pětkrát respiraci basální, 2) díky tomu může být v reálných podmínkách aktivita půdních organismů silně podmíněna dostatkem snadno využitelných energetických zdrojů, 3) přírůstek kompostu se neprojevil na změně basální nebo potenciální respirace.

#### b) Stanovení mineralizovatelného půdního dusíku

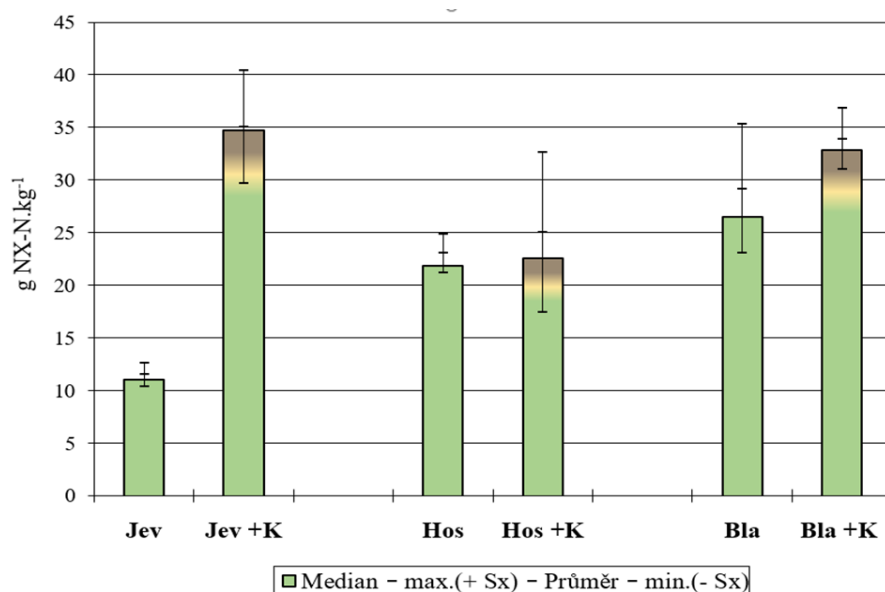
Zdroje dusíkatých látek jsou původně obsaženy zejména ve strukturních složkách a v živých buňkách společenstev aerobních psychrofilních a mezofilních mikroorganismů, které za daných inkubačních podmínek spontánně odumírají a jsou následně amonifikovány. Mineralizovatelný půdní dusík proto velmi dobře koreluje s mírou mikrobiálního oživení půdy.



**Obr. 3: Stanovení mineralizovatelného dusíku z půdních vzorků zaplavených vodou**

Výsledky měření mineralizovatelného dusíku v půdě jsou uvedeny v grafu 2.

**Graf 2: Mineralizovatelný půdní dusík v půdních vzorcích**



Mineralizovatelný půdní dusík v půdních vzorcích ze stanoviště Jevíčko (Jev odběr 25.4. 2023); ze stanoviště Velké Hostěradky (Hos odběr 4.5. 2023) a ze stanoviště Blatnice (Bla odběr 4.5. 2023). Aplikace kompostu je pod osou x indikována u každého stanoviště připojením označení +K a současně jsou sloupcové grafy mediánů vybarveny přechodovou výplní.

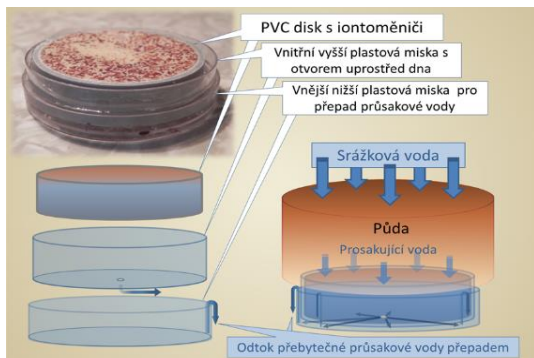
V grafu 2 jsou uvedeny hodnoty snadno dostupného mineralizovatelného dusíku, tzv. „nitrogen availability indice“ podle Keeney (1983). Tyto hodnoty podávají hospodáři informaci o tom, co je s ohledem na organické zdroje dusíku v půdě snadno uvolnitelné pro cílovou plodinu v časovém výhledu do dvou měsíců. Vzhledem k tomu, že hlavním zdrojem mineralizovatelného dusíku jsou snadno rozložitelné látky bílkovinné povahy původem z aktivních půdních mikrobiálních společenstev, lze na základě těchto dat porovnávat mikrobiální kolonizaci půdy, která je výsledkem souhry událostí, které předcházely termínu odběru půdních vzorků.

Nejnižší množství mineralizovatelného dusíku byla zaznamenána na lokalitě Jevíčko bez aplikace kompostu, po aplikaci kompostu se množství mineralizovatelného dusíku zvýšilo nejvíce, cca třikrát. Na lokalitě Velké Hostěradky bylo množství mineralizovatelného dusíku v půdě bez kompostu vyšší, ale aplikace kompostu množství mineralizovatelného dusíku nezvýšila, případně pouze minimálně. Na lokalitě Blatnice se hodnoty mineralizovatelného dusíku liší v podzimním a jarním odběru. Na podzim byl mineralizovatelný dusík pravděpodobně jako důsledek odběru dusíku v aktivní fázi vegetace prokazatelně nižší. Nicméně jak na podzim, tak na jaře se aplikace kompostu projevovala zvýšeným množstvím

mineralizovatelného půdního dusíku. Pokud bychom vyhodnotili všechna tři stanoviště, můžeme konstatovat, že množství mineralizovatelného dusíku se po aplikaci kompostu zvýšilo, nicméně značně rozdílně s ohledem na efektivitu využívání dusíkatých látek na jednotlivých stanovištích.

c) Hodnocení vyplavování N do podzemních vod (iontů  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  - pomocí iontoměničových disků) (*in situ*)

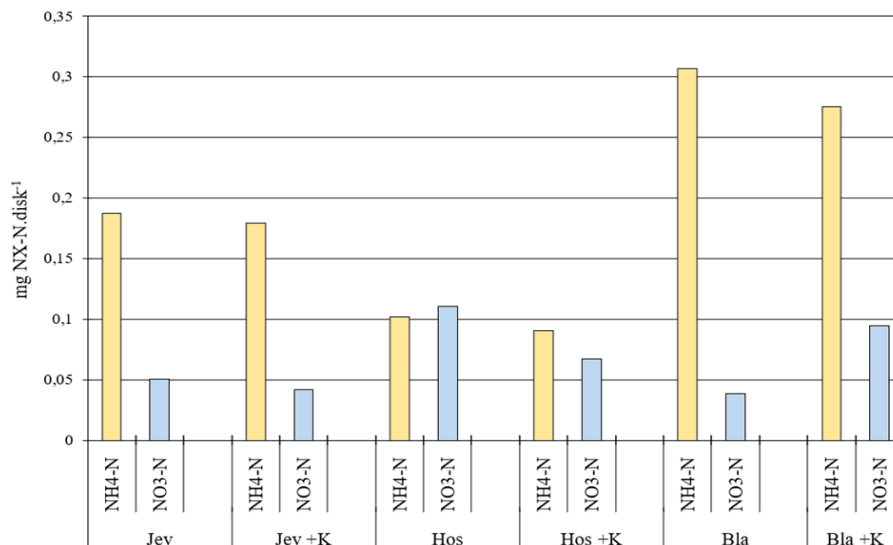
Princip metody je názorně rozkreslen na obr. 4.



**Obr. 4:** Sestavení „iontoměničové pasti“; iontoměničového disku pro záchyt vyplavovaných amonných či nitrátových iontů (anex : katex v poměru 1 :1)

Výsledky hodnot záchytů minerálních forem dusíku jsou vyhodnoceny v grafu 3.

**Graf 3:** Průměrné hodnoty záchytů minerálních forem dusíku



Průměrné hodnoty záchytů minerálních forem dusíku (žlutou barvou amonný N, modrou nitratový N) pomocí „iontoměničových pastí“ v průběhu celého experimentálního období: stanoviště Jevíčko (Jev); stanoviště Velké Hostěradky (Hos); a stanoviště Blatnice (Bla) /n=4/. Aplikace kompostu je pod osou x indikována u každého stanoviště připojením označení „+K“.

Pro měření konkrétních číselných charakteristik v reálných půdních podmínkách je typická velká variabilita naměřených hodnot, proto je nutno zvýšit počet opakování až na 10. Popsaná metoda z hlediska svého principu podává informaci o tom, jak efektivně jsou půdní horizonty nad horizontem záchytu schopné zamezit úniku klíčové dusíkaté živiny. Metodu není možno využít k hodnocení intenzity dílčích mikrobiálních procesů v půdní části koloběhu dusíku. Ale např. kombinace vysoké nadzemní produkce a nulových nebo zanedbatelných úniků amonného a nitratového dusíku podává dostatečnou informaci o tom, že ornice je po všech stránkách, tj. po stránce fyzikální, chemické a biologické, v rovnováze.

Povrchová aplikace kompostu snížila riziko vyplavování amonného i nitratového dusíku na dvou stanovištích – v Jevíčku a ve Velkých Hostěradkách. V Blatnici se snížilo vyplavování amonného dusíku za současného dvojnásobného zvýšení rizika ztráty nitratového dusíku. V takovém případě je nutno počítat s masivnějším vyplavováním bazických kationtů, s indukcí acidifikace. Na druhé straně by výsledky neměly být přeceňovány. Jde o záznam dynamických aktivit „mikrobiálních strážců“ mineralizace organických dusíkatých látek pouze v relativně krátkém časovém období.

### **2.3. Produkční a kvalitativní parametry pěstovaných polních plodin**

#### Hodnocení produkčních a jakostních parametrů kukuřice (Jevíčko, Blatnice)

V poloprovozním pokusu byl sledován a hodnocen účinek nezapraveného kompostu, který byl aplikován v Jevíčku ve vysoké a jednorázové dávce (200 t/ha) na jaře (2022) do vymrzlé meziplodiny. Následně zde byla v dalších letech pěstována pouze kukuřice a hodnocen efekt kompostu v kombinaci se strip-till technologií. To zajistilo jak ponechání kompostu na povrchu, tak jeho částečné zapravení ve strip-tillovém pásu nebo při založení meziplodiny. Tento způsob aplikace a zpracování půdy zajistil v následujících letech přiměřený přísun kompostu do kořenové zóny kukuřice. Proto i takto vysoká dávka zralého kompostu nevyvolala výrazné změny v obsahu živin, zejména dusíku v pěstovaných rostlinách kukuřice. To vyplývá z měření během vegetace, kdy byl hodnocen obsah chlorofylu (jako nepřímý indikátor obsahu

dusíku) a obsah  $\text{NO}_3^-$  v rostlinné šťávě a nakonec i laboratorně stanovený obsah minerálního N.



**Obr. 5: Ruční chlorofylmetr SPAD 502 a LAQUA Twin Nitrate Meter**

Nepřímé sledování výživného stavu pomocí ručního chlorofylmetru SPAD 502, tak i  $\text{NO}_3^-$  pomocí LAQUA Twin Nitrate Meter (Obr. 5) neukázalo průkazné rozdíly mezi sledovanými variantami v průměru let 2022-2024 (Tab. 7). Tendenčně nižší obsahy obsahu chlorofylu a dusíku byly u kompostu.

**Tab. 7: Výživný stav u kukuřice – Jevíčko (2022-2024)**

Varianta	Obsah chlorofylu (SPAD)	$\text{NO}_3^-$ (ppm)	N (%)
<b>2022</b>			
Kontrola	42,5	3813	3,43
Kompost	43,0	2675	3,39
<b>2023</b>			
Kontrola	53,4	2600	3,45
Kompost	50,1	2570	3,32
<b>2024</b>			
Kontrola	51,625	1964	2,64
Kompost	51,67	2491	2,56
<b>Průměr 2022-2024</b>			
Kontrola	48,3a	2085a	3,2a
Kompost	47,9a	2057a	3,1a
<i>HSD<sub>0,05</sub></i>	2,66	89,2	0,61

Hodnocení výnosů silážní kukuřice v tříletém průměru na lokalitě Jevíčko (Tab. 8) neukazuje na průkazné rozdíly mezi variantou s kompostem a kontrolou. Při statistickém vyhodnocení byly průkazné rozdíly ve výnosech pouze mezi jednotlivými roky, nikoliv u pokusných variant (následné testování podrobnějším Tukeyovým testem prokázalo vyšší výnosy čerstvé hmoty v roce 2022). U výnosu suché hmoty existuje opět statistický rozdíl pouze mezi jednotlivými roky pěstování, nikoliv mezi variantami kompost x kontrola (z Tukeyova testování pak vyplývá, že rok 2023 byl ve výnosech slabší v obou variantách).

**Tab. 8: Dosažené výnosy zelené hmoty (t/ha) a suché hmoty (t/ha) u kukuřice na lokalitě Jevíčko v letech 2022-2024**

Varianta	Výnos zelené hmoty (t/ha)	Sušina rostlin %	Výnos hmoty v suš. (t/ha)
<b>2022 Jevíčko</b>			
kontrola	104,5	24,89	25,98
kompost	112,6	26,12	29,36
<b>2023 Jevíčko</b>			
kontrola	66,4	32,15	21,30
kompost	56,5	34,53	19,35
<b>2024 Jevíčko</b>			
kontrola	81,8	32,15	26,34
kompost	66,6	34,53	23,01
<b>Průměr 2022-2024</b>			
kontrola	84,2a	29,7b	24,5a
kompost	78,6a	31,7a	23,9a
<i>HSD<sub>0.05</sub></i>	11,2	1,64	2,99

Opačný scénář u obsahu dusíku v rostlinách byl zjištěn u kukuřice na lokalitě Blatnice (Tab. 9), kde kompost byl aplikován do vzrostlé meziploidy (v dávce 30 t/ha), ponechán přes zimu a následně na jaře provedeno chemické umrtvení meziploidy a strip-till. Jak je patrné z tab. 9, byl tendenčně vyšší obsah chlorofylu, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> v rostlinné šťávě a minerálního N u rostlin s kompostem. Tyto rozdíly však nebyly statisticky průkazné. Zjištěný trend ve výživném stavu



rostlin během vegetace se promítl i v konečném výnosu zrna, který byl o málo vyšší u varianty s kompostem o 0,02 t/ha (tj. o necelé 1 % oproti kontrole).

**Tab. 9: Výživný stav a stav produkčních parametrů u kukuřice – Blatnice (2024)**

Varianta	Výnos zrna (t/ha)	Obsah chlorofylu (SPAD)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	N (%)
<b>Kontrola</b>	<b>11,69</b>	<b>43,3a</b>	<b>3058b</b>	<b>4,2a</b>
<b>Kompost</b>	<b>11,71</b>	<b>44,6a</b>	<b>3715a</b>	<b>4,3a</b>
<i>HSD<sub>0.05</sub></i>	<i>0,59</i>	<i>2,66</i>	<i>169,2</i>	<i>0,55</i>

Závěrem lze říct, že zvolený postup aplikace kompostu u kukuřice na lokalitě Jevíčko byl z pohledu výnosu suché hmoty relativně dobrým výsledkem, neboť kompost ponechaný na povrchu ve spojení se strip-till technologií statisticky průkazně nezlepšoval, ale ani nezhoršoval výnosy suché hmoty (významnějším faktorem byl pěstitelský ročník). Aplikace zralého kompostu bez zapravení necílí prioritně na změny v oblasti výživy a produkce rostlin, ale na změnu půdních podmínek, které až následně (druhotně) mohou přispět k lepším pěstitelským výsledkům.

#### Hodnocení produkčních a jakostních parametrů pšenice a ovsa (Blatnice, Velké Hostěrádky)

Další skupinou testovaných plodin byly hustě seté obilniny v podmínkách konvenčního (Blatnice) a ekologického hospodaření (Velké Hostěrádky). Aplikáční schéma vycházelo z možnosti aplikovat kompost také během vegetace v jarním období (nejpozději do počátku sloupkování) v dávce 30 t/ha. Oves na EKO lokalitě Velké Hostěrádky (2022) reagoval na aplikaci kompostu až v pozdějších termínech hodnocení. V průměru tak varianta s kompostem u ovsa zajistila trend vyššího obsahu chlorofylu, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i minerálního N v biomase (Tab. 10). Opačná situace byla u pšenice v Blatnici (2023), kdy průměrné hodnoty parametrů indikující výživný stav byly vyšší u kontroly. To ve výsledku korelovalo i s konečným výnosem zrna, který byl vyšší u kontroly (Tab. 11). U pšenice ve Velkých Hostěrádkách (2024) byly sledované a průměrné hodnoty chlorofylu (SPAD) a NO<sub>3</sub><sup>-</sup> vyšší u varianty s kompostem, ale to se nepromítlo do konečného výnosu zrna (Tab. 11). Zde byly výnosy zrna a i kvalitativní parametry velmi podobné. Mírné zlepšení bylo na obou lokalitách s pšenicí v případě základních kvalitativních parametrů. Zde souhlasně aplikace kompostu zajistila vyšší hodnoty N-látek a lepku.

**Tab. 10: Výživný stav u obilnin po aplikaci kompostu**

Varianta	Obsah chlorofylu (SPAD)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	N (%)
<b>Oves – Hostěrádky (2022)</b>			
kontrola	46,3	240	2,11
kompost	47,3	375	2,54
<b>Pšenice – Blatnice (2023)</b>			
kontrola	54,3	1131	1,95
kompost	44,9	883	1,92
<b>Pšenice – Hostěrádky (2024)</b>			
kontrola	30,3	485	1,84
kompost	37,6	661,7	1,36

**Tab. 11: Výnosové a kvalitativní parametry obilnin**

Varianta	Výnos zrna (t/ha) 14 % vlhkosti	HTS (g)	Vlhkost zrna (%)	N-látky (%)	Lepek (%)	Zelenyho test (ml)	Škrob (%)
<b>Oves – Hostěrádky (2022)</b>							
Kontrola	2,78	24,09	10,3	14,08	--	--	--
Kompost	2,77	24,99	10,4	14,86	--	--	--
<b>Pšenice – Blatnice (2023)</b>							
Kontrola	10,01	36,31	15,1	10,8	20,7	62,5	67,5
Kompost	8,75	35,47	14,1	13,3	27,6	63,8	66,9
<b>Pšenice – Hostěrádky (2024)</b>							
Kontrola	3,65	46,8	11,1	10,8	22,3	32,1	69,6
Kompost	3,66	47,0	11,2	11,1	23,2	32,9	67,8

#### Ovlivnění výnosu a jakosti

Výsledky projektu, tak jako dlouhodobého experimentu výzkumného kolektivu Reimer et al. (2023) naznačují, že použití kompostu namísto minerálního hnojení může do jisté míry nahradit rostlinami požadované živiny (především N, P a K). Značným problémem se však při tomto způsobu organického hnojení může stát poptávka rostlin po N a dostupnost tohoto prvku realizovaného prostřednictvím mineralizace. Dostupnost potřebného N se bude měnit v závislosti na pěstovaných druzích plodin, potažmo na jejich vegetačním období. Aplikace kompostu s cílem uspokojit prioritně poptávku plodin po N může mít za následek nerovnováhu živin, zejména nadbytek P. Podobně uvádí i Elbl et al. (2015), že aplikace kompostu v nádobovém pokusu zvýšila obsah P v půdě, a měla pozitivní vliv na ztráty N z půdy. Proto by

hnojení kompostem mohlo mít pozitivní vliv na zvýšení úrodnosti půdy na lokalitách s nedostatečnou zásobou P v půdě.

Kombinace kompostu s minerálním hnojivem pak může zajistit odpovídající výnosy u většiny plodin (Reimer et al. 2023). Jelikož kompost může zároveň navyšovat obsah rizikových látek v půdě (Cu, Zn, Ni), je nutné aplikovat vysoce kvalitní kompost s nízkou zátěží nežádoucích prvků, aby se zabránilo jejich zvýšenému příjmu rostlinami. Způsob, jak navýšit dostupnost mineralizovaného N je využít krycí plodiny (meziplodiny) a upravit osevní postupy tak, aby byl N efektivně využíván. Doporučujeme ještě další výzkum v této oblasti.

### 3. Závěry

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že:

Kompost jako stabilní organické hnojivo je možné využít při agrotechnických postupech aplikace bez zapravení do půdy a ponechání na povrchu jako mulč. Bylo zjištěno, že některé fyzikální a chemické vlastnosti půdy byly zlepšeny nebo zachovány. Kompost jako mulč měl funkci ochranného pokrytí povrchu půdy kolem rostlin, takže bylo zabráněno ztrátě vlhkosti, bylo dosaženo snížení zhutnění půdy ve svrchní vrstvě půdy a byla eliminována eroze půdy na svažitém pozemku. Mezi variantami bez kompostu a kontrolou byly zjištěny významné rozdíly u chemických vlastností půdy u hodnot pH (nižší u var. kontrola) pouze na lokalitě Jevíčko a Velké Hostěrádky. Hodnoty Cox byly zjištěny vyšší na všech lokalitách u var. kompost, i když na statisticky průkazné. Po mikrobiální stránce lze na základě provedených experimentů a analýz konstatovat, že aplikace kompostu nezhoršila testované biologické charakteristiky. Naopak v případě mineralizovatelného dusíku se zvýšil potenciál uložení dusíku v půdě a jeho následného dynamického uvolňování. Co se týče výnosů tak při zvolené aplikaci kompostu a jeho ponechání na povrchu bez zapravení nelze očekávat okamžitý hnojivý účinek na rostliny. Výživný stav rostlin se po této aplikaci výrazně neměnil nebo až v pozdějších fázích vegetace. Proto již produkční parametry (výnosy) tento způsob aplikace významně neovlivní. Díky příznivějšímu stavu rostlin v závěru vegetace byl zaznamenán příznivý efekt na zlepšení kvalitativních parametrů u potravinářské pšenice. Na obou lokalitách (Blatnice a Velké Hostěrádky) došlo v obou letech především k pozitivnímu navýšení obsahu N-látek a lepku. Důležitým zjištěním je, že kombinací aplikace kompostu a snížení odpovídajících dusíkatých hnojiv není ovlivněna produkce – naopak se zvyšuje.

Celkově se dá vyhodnotit technologie aplikace kompostu na povrch půdy bez zapravení jako jedna z možností.

#### **4. Praktická doporučení**

Aplikace kompostu na povrch půdy bez zapravení, tedy ponechání jako mulč lze doporučit pouze s kvalitním, stabilním a dobře vyzrálým kompostem, který splňuje dané normy. Je potřeba dodržovat bezpečnost z pohledu emisí amoniaku (závazné parametry stability kompostu, naplnění nově schválené ČSN 4657735 Kompostování) podklady pro legislativní změnu pro zemědělskou praxi. Kvalita kompostu a logistické řešení jeho aplikace je jedním z kritických bodů a rozhoduje o efektivitě celého procesu z hlediska vylepšení půdních vlastností, výživy rostlin a ekonomiky. Při dodržování ekonomických podmínek dojde ke snížení nákladů na aplikaci kompostu, počtu pojezdů (utužení půdy), zlepšení vlhkostních poměrů a dalších půdních vlastností.

#### **III. Srovnání novosti postupů**

Výsledky experimentů ukazují, že hnojení kompostem nepředstavují za normálních okolností žádné riziko eutrofizace podzemní vody. Mineralizace N probíhá relativně pomalu a nejsou známy žádné zprávy o náhlých, ekologicky problematických vzestupech koncentrace minerálního dusíku v půdě a nekontrolovatelném vyplavování tohoto dusíku. Nedochozí k výrazným změnám půdních vlastností.

Novostí postupů je možnost aplikace kompostu na povrch půdy bez zapravení, pokud se dodržuje správný proces kompostování. To je základním požadavkem a podmínkou produkce kompostu splňující požadavky bez následného zapravení do půdy. Správný proces kompostování je podmíněn optimální surovinovou skladbou (poměr C:N 30:1, vlhkost 40–65 %, struktura 30–40 %), dodržením aerobních a vlhkostních podmínek po celou dobu procesu až po aplikaci.

#### **IV. Popis uplatnění certifikované metodiky**

Výsledky Metodiky lze uplatnit ve všech zemědělsky hospodařících podnicích při dodržení stanovených a závazných parametrů a určených vlastností kompostu pro jeho bezpečnou povrchovou aplikaci bez zapravení (jako mulč) z hlediska emisí a zápachových látek. Na základě ověřených vlastností kompostu pro povrchovou aplikaci bez zapravení, lze doporučit požadavek pro legislativní změnu, úpravu novely vyhlášky č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv.

Aplikace kompostu jako mulče bez zapravení do půdy lze uplatnit u ozimých obilnin před setím (strniště, výdrol) nebo do porostu meziplodin, u jarních aplikace do porostu ve fázi konce odnožování – začátek sloupkování (BBCH 29–32) jako regenerační a produkční dávka dusíku,

u řepky ozimé jako povrchová předsetřová aplikace do posklizňových zbytků včetně strniště, u jarní obilniny před setím do rostlinných zbytků nebo do porostu jako první produkční dávka (od konce odnožování do konce sloupkování). U meziplodin ve fázi plného zapojení do ukončení vegetace, dále u širokořádkových plodin do zbytků meziplodiny před setím na jaře.

## V. Ekonomické vyhodnocení

Při využívání kompostů je nejefektivnější přímá aplikace, tedy dovoz naloženého rozmetadla přímo na pozemek a bezprostřední aplikace na povrch. Při větších vzdálenostech kompostárny od pozemku je přímá aplikace nevýhodná, protože snižuje směnovou výkonnost rozmetadel, které tak značnou část pracovního času slouží pouze pro dopravu kompostu. U větších ploch a větších dávek je možné využívat aplikaci nepřímou, která znamená dovoz kompostu vhodnou dopravní technikou na okraj pozemku a následnou aplikaci pomocí většího počtu rozmetadel pro lepší využití nakládací techniky. Nevýhodou tohoto způsobu je vyšší objem nakládky a potřeba vhodné velkoobjemové dopravy. Analýzy naznačují, že hranice efektivity pro nepřímou aplikaci představují vzdálenost nad 10–12 km.

Postup při přímé aplikaci sestává ze tří základních pracovních operací tj. nakládání kompostu, jeho dopravu na pozemky a jeho plošnou aplikaci – rozmetání. Pro tyto operace jsou využívány standardní stroje: kolový nakladač – výkonnost 100–150 t.h<sup>-1</sup>, souprava kolový traktor 4×4 s výkonem 180 kW s návěsným rozmetadlem 15 t (20 m<sup>3</sup>).

V provozních podmínkách podniku Hanácká Zemědělská Společnost Jevíčko a.s. a podniku EKOFARMA PROBIO s.r.o. Velké Hostěrádky byly i v letech 2022–2024 sledovány dopravní rychlosti a výkonnosti strojních souprav (pracovní záběry a pracovní rychlosti rozmetadel) a spotřeba pohonných hmot (PHM) podle standardní metodiky provádění časových snímků. Sledovanou soupravou byl traktor FENDT 724 Vario (181 kW) agregovaný s návěsným rozmetadlem BERGMANN – TSW 6240 W (objem ložné plochy 20 m<sup>3</sup>, nosnost 15 t.

Dále byly u provozovatelů zjišťovány pořizovací ceny strojů a náklady na srovnatelné mechanizované operace. Aplikovaný kompost vykazoval objemovou hmotnost 0,52 t.m<sup>-3</sup>.

Pro tyto stroje byly provedeny kalkulace hodinových nákladů pomocí programu AGROTEKIS (Abrham et al., 2008), zadané parametry odpovídaly podmínkám sledovaných provozů (pořizovací ceny, roční nasazení strojů, spotřeby PHM a další). Kalkulace byly provedeny pro dávky kompostu 30, 60, 100 a 200 t/ha. Proměnnými parametry zde byly: potřeba času na dopravu z kompostárny na pozemek (pro vzdálenosti 2,0, 4,0 a 6,0 km) a spotřeba času na aplikaci (se zvyšující dávkou se celkově zvyšuje), (Graf 4).

Vstupní podmínky:

Nakladač lopatový – výkonnost 100–150 t.h<sup>-1</sup>

Traktor – pořizovací cena 4 800 000 Kč

Rozmetadlo – pořizovací cena 890 000 Kč

Roční nasazení traktoru 1000–1400 h.rok<sup>-1</sup>, doba odpisu 5 let

Roční nasazení rozmetadla 200–250 h.rok<sup>-1</sup>, doba odpisu 3 roky

Dopravní rychlost soupravy – 30 km.h<sup>-1</sup>

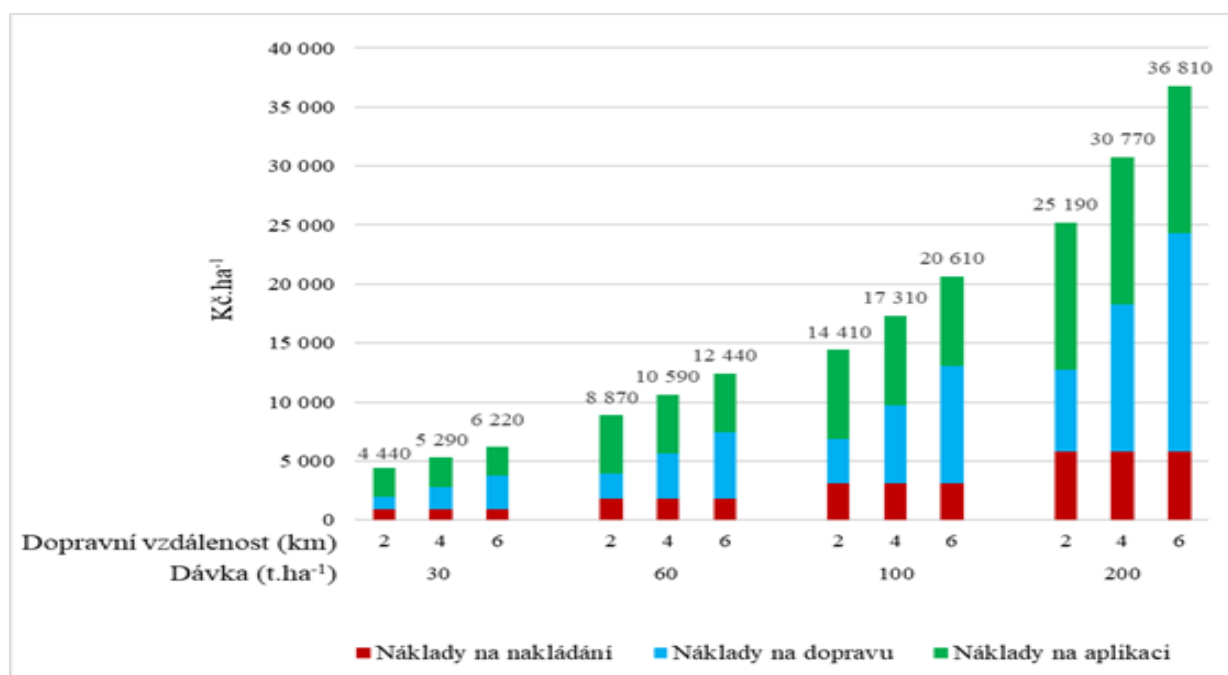
Střední náklady pro soupravu:

Aplikace – rozmetání 4 000 Kč.h<sup>-1</sup>

Doprava – 3 300 Kč.h<sup>-1</sup>

Nakládka – 1 800 Kč.h<sup>-1</sup>

**Graf 4: Hektarové náklady na aplikaci různých dávek kompostu podle dopravní vzdálenosti**



### Ekonomické aspekty

Aplikace kompostu je finální operací celého procesu zpracování surovin kompostováním. Kvalita kompostu a logistické řešení jeho aplikace je jedním z kritických bodů a rozhoduje o efektivitě celého procesu z hlediska vylepšení půdních vlastností, výživy rostlin a ekonomiky. Stanovené náklady na přímou aplikaci vycházejí z reálných hodnot výkonností, spotřeby pohonných hmot a dalších parametrů zjištěných a naměřených v provozních podmínkách. Z výsledků je patrné, že rozdíl v nákladovosti, způsobený delší dojezdovou vzdáleností, činí u

nejvyšších dávek 6 000–11 000 Kč/ha. Z pěstitelského hlediska má význam zejména aplikace dávek nad 60 t/ha, kdy se aplikace kladně projevuje na zvýšení retenční schopnosti půdy. Ve srovnání se standardně používanými dávkami (kolem 30–50 t/ha) však vyžadují tyto dávky 2–4 násobné náklady. Důvodem je především vyšší potřeba času při aplikaci vysokých dávek, kdy roste četnost nakládky, dopravy i aplikace. V porovnání s konvenčním způsobem aplikace s následným zapravením do půdního profilu, představuje finanční úsporu eliminace operace spojené se samotným zapravením kompostu. Tyto náklady se v závislosti na konkrétních podmínkách, zejména kategorii použité mechanizace (traktor+pluh), velikosti a tvaru pozemku apod. pohybují při střední orbě v rozmezí 1830–2860 Kč/ha, při hluboké orbě v rozmezí 2280–3260 Kč/ha.

Z technického hlediska by bylo částečným řešením zvýšení ložného objemu rozmetadel, které je ale u objemů nad 20 m<sup>3</sup> (25 m<sup>3</sup>) spojeno s požadavky technického řešení podvozků. Pneumatiky podvozků zde naráží na překročení přípustných kontaktních tlaků na půdu a na jejich pronikání do větších hloubek. Nápravná opatření, pokud je lze provádět, jako např. podrývání nebo hloubkové kypření, přináší další náklady a snižují dosažený efekt.

Výsledky i praktické zkušenosti ukazují, že pro efektivní aplikaci kompostu v zemědělství sehrávají významnou roli zejména aplikovaná dávka a dovozová vzdálenost, stejně jako cena samotného kompostu. Pro přímou aplikaci, lze považovat za ekonomicky přijatelnou dovozovou vzdálenost 10–12 km, podle dávky a podmínek příjezdových komunikací. Z výsledků hodnocení vyplývá, že ekonomicky dává smysl aplikace v dávkách do 100 t/ha při nejmenší možné vzdálenosti od zdroje kompostu. Z tohoto hlediska je potom racionální uvažovat o provozování polní kompostárny na dočasném stanovišti buď přímo na hnojeném pozemku, nebo v jeho bezprostřední blízkosti a vyrobený kompost aplikovat s minimálními náklady.

Z ekonomického hlediska závisí nákladovost na aplikaci na mnoha faktorech. Je to zejména mechanizační vybavenost podniku, která v závislosti na pořizovacích cenách strojů určuje výši fixních a variabilních nákladů (odpisy, provozní náklady, osobní náklady obsluhy), dále je to výkonnost používané techniky v daných podmínkách (terénní podmínky, cestní síť apod.). Dalšími důležitými faktory jsou aplikované dávky a dopravní vzdálenosti.

Z výsledků projektu je také patrné, že rozdíl v nákladovosti, způsobený delší dojezdovou vzdáleností, činí u nejvyšších dávek 6 000–11 000 Kč.ha<sup>-1</sup>. Z pěstitelského hlediska má význam zejména aplikace dávek nad 60 t/ha, kdy se aplikace kladně projevuje na zvýšení retenční schopnosti půdy. Plošná povrchová aplikace bez zapravování může přinášet další

pozitivní efekt z hlediska eliminace nákladů na samotné zapravení. Úspory nákladů v tomto případě mohou činit rozdíl ve výši 20–30%.

## VI. Seznam použité související literatury

- Abraham, Z., et al., 2008. Provozní náklady strojních souprav. Výzkumný ústav zemědělské techniky, .
- Badalíková, B., Hrubý, J., 2008:. Infiltrace vody do půdy vypovídá o stavu půdního prostředí. (Water infiltration to the soil predicate about soil environment) In: CD: Využití zemědělské techniky pro trvale udržitelný rozvoj. MZLU, ZF Lednice, VÚZT v.v.i. Praha 2008, 25-30 ISBN 978-80-7375-177-7.
- Bartl, B, Hartl, W, Horak, O. 2002. Long-term application of biowaste compost versus mineral fertilization: Effects on the nutrient and heavy metal contents of soil and plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 165: 161-165.
- De Corato, Ugo., 2020. Soil microbiota manipulation and its role in suppressing soil-borne plant pathogens in organic farming systems under the light of microbiome-assisted strategies. Online. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 7(1): 17.
- Duong, Tra T. T., Penfold, C., 2012. Marschner, Petra. Differential effects of composts on properties of soils with different textures. Online. *Biology and Fertility of Soils*. 48(6):
- Elbl J, Kintl A, Záhora J, Kýnický J, Dvořáčková H, Brtnický M, Juříčka D. 2015. Correlation between fluctuations in soil moisture and changes in soil fertility. Conference: International Conference on Soil - The Non-Renewable Environmental: 85-93.
- Erhart E, Putz B. 2008. Total soil heavy-metal concentrations and mobile fractions after 10 years of biowaste-compost fertilization. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 171: 378-383.
- Fischer, D., Glaser, B., 2012. Synergisms between Compost and Biochar for Sustainable Soil Amelioration. Online. In: Kumar, Sunil (ed.). *Management of Organic Waste*. InTech, 2012. *Front Microbiol*, 7 (2016), pp. 1-16,
- Gai, X., Liu, Hongbin, L., Jian, Z., Wang, H. et al., 2019. Contrasting impacts of long-term application of manure and crop straw on residual nitrate-N along the soil profile in the North China Plain. Online. *Science of The Total Environment*. 2019, 650: 2251-2259.
- Hammerová A, Gruber M. 2018. Porovnání různých systémů hnojení v podmínkách ekologického zemědělství: Výroční zpráva ze stacionární polní zkoušky za rok 2016. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno.



- Hůla, J., Abrham, Z., Bauer, F., 1997. *Zpracování půdy*. Praha: Brázda, ISBN 80-209-0265-1.
- Choudhary, M., Panday, Suresh Ch., Meena, V. S., Singh, S., Y., Ram P., et al., 2018. Long-term effects of organic manure and inorganic fertilization on sustainability and chemical soil quality indicators of soybean-wheat cropping system in the Indian mid-Himalayas. Online. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018, 257: 38-46.
- Keith, H., Wong, S.C., 2006. Measurement of soil CO<sub>2</sub> efflux using soda lime absorption: both quantitative and reliable. *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 38, Issue 5, 1121-1131
- Kulikowska, D., Gusiatin, Zygmunt M., Bułkowska, K., Klik, B., 2015. Feasibility of using humic substances from compost to remove heavy metals (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) from contaminated soil aged for different periods of time. Online. *Journal of Hazardous Materials*. 2015, 300: 882-891
- Ozores-Hampton, M., Biala, J., Evanylo, G., Faucette, B., Cooperband, L. et al., 2022. Compost use. Online. In: *The Composting Handbook*. Elsevier, 777-846.
- Malińska, K., Golańska, M., Caceres, R., Rorat, A., Weisser, P., Ślęzak, E., 2017. Biochar amendment for integrated composting and vermicomposting of sewage sludge—The effect of biochar on the activity of *Eisenia fetida* and the obtained vermicompost. *Bioresour. Technol.* 225, 206–214.
- Plíva, P., Dědina, M., Souček, J., Dubský, M., Sucharová, J. et al., 2018. Aplikace kompostů různých užitných vlastností na zemědělské půdy podle jejich bonity: (certifikovaná metodika pro praxi). Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky,
- Rahman, Shafiqur, Widerholt, Ron, Chen, Ying. *Land Application of Manure and Environmental Concerns*. Academia. 2012. North Dakota State University Extension Service, Fargo, ND.
- Raviv, M. Composts in Growing Media: What's New and What's Next? *Acta Hortic.* 2013, 982, 39–52.
- Reimer M, Kopp C, Hartmann T, Zimmermann H, Ruser R, Schulz R, Müller T, Möller K. 2023. Assessing long term effects of compost fertilization on soil fertility and nitrogen mineralization rate. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 186: 217-233.
- Rynk, R., Cooperband, L., Oshins, C., Wescott, H., Bonhotal, J. et al., 2022. Why compost? Online. In: *The Composting Handbook*. Elsevier, 1-26.
- Sayara, T., Basheer-Salimia, R., Hawamde, F., Sánchez, A., 2020. Recycling of Organic Wastes through Composting: Process Performance and Compost Application in Agriculture. Online. *Agronomy*. 10(11): 1838.

- Soobhany, N.: Insight into the recovery of nutrients from organic solid waste through biochemical conversion processes for fertilizer production: A review. Online. Journal of Cleaner Production. 2019, 241.
- Šlefr J. 2012. Kompost je energie vrácená do půdy. Biom.cz.
- Tey, Y. S, Li, E., Bruwer, J., Abdullah, A. M., Brindal, M. et al. 2014: The relative importance of factors influencing the adoption of sustainable agricultural practices: a factor approach for Malaysian vegetable farmers. Online. Sustainability Science. 9(1): 17-29.
- Wang, Q., Wang, Z., Awasthi, M.K., Jiang, Y., Li, R., Ren, X., Zhao, J., Shen, F., Wang, M., Zhang, Z. 2016: Evaluation of medical stone amendment for the reduction of nitrogen loss and bioavailability of heavy metals during pig manure composting. Bioresour. Technol. 220, 297–304.
- White Ke, Brennan E., Cavigelli M., Smith R.F., 2020. Winter cover crops increase readily decomposable soil carbon, but compost drives total soil carbon during eight years of intensive, organic vegetable production in California. PLoS ONE 15(2): e0228677.

## VII. Seznam publikací předcházejících metodice

- Badalíková B., Lang J., Prudil J., Burg P., Dvořák P., Plíva P.: Organická hmota v půdě v souvislosti s plošnou aplikací kompostu. Úroda, 3/2024, roč. LXXII, s. 84-85  
ISSN 0139-6013
- Badalíková, B., Prudil, J., Lang, J., Burg, P. 2024. The effect evaluation of compost surface application as mulch on the soil properties. Centennial Celebration and Congress of the International Union of Soil Sciences. 19.05.2024 - 21.05.2024, Florencie. In: *Centennial Celebration and Congress of the International Union of Soil Sciences: Abstract Book* Firenze: International Union of Soil Sciences (IUSS).
- Badalíková, B., Burg, P., Mašán, V., Jelínek, A., 2023: Zhodnocení vodostálosti půdních agregátů při zapravení kompostu do příkmených pásů v sadech. Vinař - Sadař, č.3/2023, roč. 2023, s. 56-58. ISSN 1804-3054
- Badalíková, B., Lang, J., Prudil, J., Burg, P., Dvořák, P., Hejátková, K., 2023: Vyhodnocení aplikace kompostu na povrch půdy bez zapravení. Úroda, 8/2023, roč. LXXI, s. 69-73  
ISSN 0139-6013
- Burg, P., Zemánek, P., Souček, J., Badalíková, B., 2023: Význam a možnosti povrchové aplikace kompostu na půdu. Farmář. 10/23, s. 21-23. ISSN: 1210-9789

- Král, M., Dvořák, P., 2023: Kompost ponechaný na povrchu jako součást opatření zlepšujících pěstitelské podmínky. *Úroda*. Praha: Sedláček Martin Ing., roč. 71, s. 255-260. ISSN 0139-6013
- Miháliková, M., Kara, R.S., Almaz, C., Bártková, K., Jimenez, MWF., Dvořák, P., Král, M., 2023. Influence of Surface-Applied Compost on Saturated Hydraulic Conductivity and other Soil Properties. In: Mammadov, G. (Ed.). Book of Abstracts. International Soil Science Congress on “Climate Change and Sustainable Soil management”. Baku, “Savad”, 21-23 June 2023, 120 p. ISBN 978-975-7636-72-4
- Miháliková, M., Yamamoto, S., Almaz, C., Kara, R.S., Bártková, K., Dvořák, P., Král, M., 2023. Calibrating Tms-4 Sensors for Continuous Monitoring of Soil Water Content and Assessing Effects of Compost Amendment on Sensor Performance. In: Mammadov, G. (Ed.). Book of Abstracts. International Soil Science Congress on “Climate Change and Sustainable Soil management”. Baku, “Savad”, 21-23 June 2023, 120 p. ISBN 978-975-7636-72-4
- Plíva, P., Bartůněk P., 2023. Kompostárna BŘEZNICE – 108/2023. [Composting plant Březnice –108/2023], *Komunální technika*. XVII (1), 22-24. ISSN 1802-2391
- Souček, J., Burg, P., Mašán, V., Jasinskas, A., 2023. Analysis of the yield potential of vineyard chips for energy, composting and raw material use. In: *Proceedings of the 11th International Scientific Conference Rural Development 2023*. Kaunas: Vytautas Magnus University, 233-239.
- Burg, P., Badalíková, B., Hejátková, K., Dvořák, P., 2022. Vliv mulčovacích materiálů na půdní vlastnosti ve vinicích. *Vinař-sadař*. č. 5/2022, roč. 2022, s. 6-8. ISSN 1804-3054.
- Burg, P., Souček, J., Badalíková, B., Plíva, P., Zemánek, P., Mašán, V., Záhora, J., Dvořák, P., Hejátková, K., 2023. Význam a možnosti povrchové aplikace kompostu na půdu. *Úroda*. 71(12), 205-212. ISSN 0139-6013.
- Dvořák, P., Král, M., Pulkrábek, J., Kropáček, M., 2022. Limity při použití slaměného mulče, kompostu či směsi separátu a řezané slámy při pěstování brambor. *Agromanuál*, 4: 152-155.
- Král, M., Dvořák, P., 2022. Aspekty použití kompostu jako mulče při pěstování brambor. Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. *Úroda* 12/2022, vědecká příloha časopisu: 309-314. ISSN 0139-6013
- Plíva, P., M. Herout, K. Šestáková, 2022. Kompostárna Jaroměř v roce 2022. *Komunální technika*, XVI (9), 14-16. ISSN 1802-2391
- Plíva, P., M. Herout, P. Gregor, 2022. Odpadové centrum Petrůvky - kompostárna v roce 2022. *Komunální technika*, XVI (6), 26-28. ISSN 1802-2391

Plíva, P., M. Herout, P. Komárek, 2022. Kompostárna Víška u Jevíčka – 107/2022/. Komunální technika, XVI (12), 46-48. ISSN 1802-2391

Yamamoto S., Miháliková M., Almaz C., Kara R.S., Bátková K., Dvořák P., Král M., 2022. Effect of compost surface application without incorporation on soil temperature, air temperature above the soil surface and water content. International Symposium on “Soil Science and Plant Nutrition” (EURASIAN SOIL Symposium 2022). Samsun, Turkey, 2-3 December 2022: 42

## **VIII. Jména oponentů**

### **Oponenti**

Ing. Michaela Budňáková – MZe ČR – posudek pracovníka příslušného odborného orgánu

Bc. Ondřej Bačina – oponentní posudek z oboru

## **IX. Dedikace**

Certifikovaná metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu MZe ČR pod č. QK22020032 s názvem „Analýza a úpravy aplikačních schémat kompostů směřujících k posílení systému ochrany půdy v rámci stabilizace produkční schopnosti“.

## X. Přílohy – fotodokumentace



**Obr. 1: Pokusná lokalita – Blatnice**



**Obr. 2: Pokusná lokalita – Jevíčko**



**Obr. 3: Pokusná lokalita – Velké Hostěradky**



**Obr. 4: Kompostování v hromadách**



**Obr. 5: Aplikace kompostu na zmrzlou půdu – Jevíčko**



**Obr. 6: Po aplikaci kompostu do obilniny – Velké Hostěrádky**



**Vydal:** Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Troubsko

**Náklad:** 300 výtisků

**Tisk:** REIS – reklamní studio, Žatčany 135

**Grafická úprava:** Radomír Lejska

**Autoři fotografií:** Barbora Badalíková, Patrik Burg

**ISBN:** 978-80-88000-47-1

**Vydal:**  
**Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko**  
**Náklad: 300 výtisků**

**ISBN 978-80-88000-47-1**

**EAN kód**  
**9788088000471**