

Čj.: UKZUZ 058997/2020

**Česká republika - Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský**  
*organizační složka státu, se sídlem v Brně*  
**Sekce zemědělských vstupů**

Oddělení výživy rostlin



**Vliv rostoucí dávky dusíku v organické a minerální formě na výnos**  
Zpráva o výsledcích vegetační nádobové zkoušky za rok 2019

**Zpracoval:** Ing. Jaroslav Hynšt, Ph.D.  
Markéta Vodáková

**Schválil:** Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.  
vedoucí Oddělení výživy rostlin

**Předkládá:** Ing. Miroslav Florián, Ph.D.  
ředitel Sekce zemědělských vstupů

Brno, březen 2020

## 1. Úvod

### **Název zkoušky: Vliv rostoucí dávky dusíku v organické a minerální formě na výnos**

**Účel zkoušky:** bylo opakovaně prokázáno, že organické hnojení má příznivý vliv na úrodnost půdy při dlouhodobé aplikaci. Méně početné už jsou doklady bezprostředního pozitivního vlivu na růst a výnos pěstovaných plodin. Přesto výsledky některých pokusů naznačují, že při čistě organickém hnojení může být dosaženo vyšších výnosů než při hnojení čistě minerálním (např. Chaoui a kol., 2003; Paterson a kol., 2011). Pozorovaný vyšší výnos byl zpravidla zaznamenán při vysokých dávkách organických hnojiv a může být do jisté míry vysvětlen vstupy minerálního dusíku do půdy v těchto hnojivech. Organické hnojení však může podporovat růst i řadou dalších mechanismů, které jsou na vstupu minerálních živin nezávislé. Některé z těchto specifických účinků jsou mimo jiné deklarovány jako přínosy různých stimulátorů růstu. Aby bylo možné tyto vlivy odlišit, byl ve vegetační nádobové zkoušce srovnáván vliv rostoucí dávky dusíku v minerální a organické formě na výnos.

**Cíle zkoušky:** zjistit, jestli má organické hnojení bezprostřední výhody ve srovnání s hnojením čistě minerálním. Ověřit reakci rostlin na rostoucí dávky dusíku pro potřeby metodiky nádobových zkoušek.

### **Hypotézy a očekávané výsledky:**

- Výnos je úměrný dávce minerálního N v aplikovaném minerálním nebo organickém hnojivu.
- Při srovnatelném vstupu minerálního N z organického a minerálního hnojiva bude větší výnos při organickém hnojení.
- Výnos roste s rostoucí dávkou N až do určité hranice, která je vyšší při organickém hnojení.

**Druh zkoušky:** vegetační nádobová zkouška byla založena na jaře 2019 ve vegetační hale v Brně

**Délka trvání zkoušky:** vegetační rok 2019

## 2. Chemické složení použitého hnojiva a testovaných přípravků

- Jako zdroj dusíku v minerální formě byla použita směs čistých solí, které jsou komerčně dostupné v podobě rozpustného hnojiva Kristalon 17-6-25+micro, obsahujícího 17% N, 2,6 % P a 20,7 % K. Dávka hnojiva byla vypočítána tak, aby P, K a další živiny nebyly limitující a bere v úvahu zjištěný obsah živin v půdě. Výrobcem je Yara Agri Czech Republic s. r. o.
- Jako organický zdroj dusíku byl použit kompost z kompostárny firmy Fertia s. r. o. v Náměšti nad Oslavou. Analýzy byly provedeny v NRL ÚKZÚZ Plzeň v dubnu 2019 (tab. 1

Tab. 1: Chemické složení testovaného kompostu

Parametry	Hodnota
Sušina (%)	67,8
Celkový N (% sušiny)	1,3
Celkový P (% sušiny)	0,35
Celkový K (% sušiny)	1,3
Celkový Mg (% sušiny)	0,5
pH	8,5

Obsah rizikových prvků splňuje zákonem stanovené limity (mg/kg): kadmium 1,0; olovo 10; rtuť 1,0; arsen 10,0; chrom 50,0.

### 3. Vlastnosti použité půdy

K založení zkoušky bude použita ručně odebraná svrchní vrstva ornice z lokality Zbýšov (Okres Vyškov, 49.1315611N, 16.8127056E) - černozem (tab. 2).

Tab. 2: Základní agrochemické vlastnosti půdy použité k založení zkoušky

Parametry	půdní reakce pH/CaCl <sub>2</sub>	obsah živin ve výluhu Mehlich III mg kg <sup>-1</sup> a hodnocení dle kritérií			
		P	K	Mg	Ca
hodnocení	7,8	45,5	217,3	818,4	7894
	alkalická	nízký	dobrý	velmi vysoký	velmi vysoký

### 4. Zkušební plodina

Ječmen jarní (*Hordeum vulgare*) - odrůda Sebastian

## 5. Dávky hnojiv a schéma vegetační nádobové zkoušky

Schéma vegetační zkoušky a dávky živin jsou uvedeny v tabulce 3. Dávky hnojiv jsou uvedeny v tabulce 4. Tabulka 5 uvádí schéma aplikace hnojiv do jednotlivých nádob.

Tab. 3: Schéma vegetační nádobové zkoušky a dávky živin ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Označení	Varianta	Počet opakování	Dávka N organického	Dávka N minerálního
1	0	4	0	0
2	200	4	0	200
3	400	4	0	400
4	600	4	0	600
5	0+588	4	588	0
6	200+588	4	588	200
7	400+588	4	588	400
8	600+588	4	588	600
9	0+1175	4	1175	0
10	200+1175	4	1175	200
11	400+1175	4	1175	400
12	600+1175	4	1175	600
13	0+2351	4	2351	0
14	200+2351	4	2351	200
15	400+2351	4	2351	400
16	600+2351	4	2351	600

Tab. 4: Dávky hnojiv

Označení	Varianta	Organické hnojivo	Dávka organického hnojiva ( $\text{t ha}^{-1}$ )	Minerální hnojivo	Dávka minerálního hnojiva ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
1	0	kompost	0	Kristalon	0
2	200	kompost	0	Kristalon	1176
3	400	kompost	0	Kristalon	2353
4	600	kompost	0	Kristalon	3529
5	0+588	kompost	67	Kristalon	0
6	200+588	kompost	67	Kristalon	1176
7	400+588	kompost	67	Kristalon	2353
8	600+588	kompost	67	Kristalon	3529
9	0+1175	kompost	133	Kristalon	0
10	200+1175	kompost	133	Kristalon	1176
11	400+1175	kompost	133	Kristalon	2353
12	600+1175	kompost	133	Kristalon	3529
13	0+2351	kompost	267	Kristalon	0
14	200+2351	kompost	267	Kristalon	1176
15	400+2351	kompost	267	Kristalon	2353
16	600+2351	kompost	267	Kristalon	3529

Tab. 5: Schéma aplikace hnojiv do nádob

Označení	Varianta	Organické hnojivo	Dávka organického hnojiva (g nádoba <sup>-1</sup> )	Minerální hnojivo	Dávka minerálního hnojiva (g nádoba <sup>-1</sup> )
1	0	kompost	0	Kristalon	0,0
2	200	kompost	0	Kristalon	5,8
3	400	kompost	0	Kristalon	11,5
4	600	kompost	0	Kristalon	17,3
5	0+588	kompost	327	Kristalon	0,0
6	200+588	kompost	327	Kristalon	5,8
7	400+588	kompost	327	Kristalon	11,5
8	600+588	kompost	327	Kristalon	17,3
9	0+1175	kompost	653	Kristalon	0,0
10	200+1175	kompost	653	Kristalon	5,8
11	400+1175	kompost	653	Kristalon	11,5
12	600+1175	kompost	653	Kristalon	17,3
13	0+2351	kompost	1307	Kristalon	0,0
14	200+2351	kompost	1307	Kristalon	5,8
15	400+2351	kompost	1307	Kristalon	11,5
16	600+2351	kompost	1307	Kristalon	17,3

## 6. Způsob hnojení

Aplikace hnojiv: organické i minerální hnojivo bylo zapraveno do půdy před výsevem plodiny.

## 7. Technika založení a průběh zkoušky

**Celkový rozsah zkoušky:** 16 variant x 4 opakování, celkem 64 vegetačních nádob

### Technika provedení pokusu:

- rostliny ječmene byly pěstovány v plastových nádobách (objem 12 l) v 10 kg zhomogenizované zeminy
- výsev byl proveden 12. 4. 2019, do každé nádoby bylo vyseto 28 semen. Po vzejití (19. 4. 2019) bylo 24. 4. 2019 provedeno vyjednocení na 21 vyrovnaných rostlin v každé nádobě
- pod každou vegetační nádobou byla umístěna miska pro případné zachycení přebytečné závlivkové vody. Tato perkolovaná voda byla navracena zpět do nádoby.
- během vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin, použité k ochraně proti chorobám a škůdcům byly použity přípravky na ochranu rostlin uvedené v tab. 6.
- růstové rozdíly mezi variantami byly vyfotografovány
- v průběhu vegetace byla vlhkost zeminy v nádobách udržována pravidelnou závlivkou dle potřeby demineralizovanou vodou, upravenou reverzní osmózou MID 50 K (Pharmapur řady Aqua Complet) na hodnotu 60 % maximální vodní kapacity

Tab. 6. Přípravky použité k ochraně proti chorobám a škůdcům ječmene jarního v průběhu zkoušky

Přípravek	datum	koncentrace (%)	Škůdce/choroba
Boogie XPro	3. 5. 2019	0,1	padlí
Seguris	20. 5. 2019	0,1	padlí
Boogie XPro	31. 5. 2019	0,1	padlí
Calypso 480 SC	12.6.2019	0,3	mšice, kohoutek
Pirimor	25.6.2019	0,2	mšice

#### Hodnocené parametry:

- Měření obsahu chlorofylu N testerem ve 30 denních intervalech
- Výnos zrna a slámy ječmene, ze všech opakování a všech variant
- Analýza rostlin: ve vzorcích zrna a slámy z každé nádoby byl stanoven celkový obsah N, P, K, Mg a Ca podle JPP postup č. 40053.1 (Zbíral a kol. 2014).

#### Statistické vyhodnocení:

- Korelace mezi celkovou dávkou dusíku v aplikovaných hnojivech a výnosem
- Srovnání závislosti výnosu na dávce minerálního hnojiva při různě velkých dávkách organického hnojení (analýza variance)
- Srovnání závislosti výnosu na dávce organického hnojiva při různě velkých dávkách minerálního hnojení (analýza variance)

## 8. Výsledky

### Výnos zrna a slámy ječmene

Výnos zrna byl průkazně zvyšován organickým i minerálním hnojením (tab. 7, tab. 8). Bez organického hnojení byl nárůst výnosu s rostoucí dávkou minerálního hnojiva průkazný až do úrovně hnojení 200 kg N ha<sup>-1</sup>, další zvyšování dávky výnos zvýšilo pouze neprůkazně (tab. 7). Také při dávce kompostu odpovídající 588 kg N ha<sup>-1</sup> byl výnos zvyšován rostoucí dávkou současně aplikovaného minerálního hnojiva, ale nárůst byl průkazný do 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Při dávce 200+588 bylo dosaženo maximální úrovně výnosu, další zvyšování dávek dusíku výnos dále průkazně nezvýšilo. Při dávkách dusíku v organické formě na úrovni 1175 a 2351 kg N ha<sup>-1</sup> byl vliv minerálního hnojení na výnos zrna neprůkazný. Rostoucí dávka dusíku v organické formě průkazně zvyšovala výnos až do nejvyšší dávky, ale pouze v případě, že kompost byl jediným zdrojem živin. Při současné aplikaci minerálního hnojiva byl vliv rostoucí dávky kompostu neprůkazný. Výnos při nejvyšší dávkě kompostu zhruba odpovídal výnosu při dávkě 200 kg N ha<sup>-1</sup> v minerální formě.

Výnos slámy byl hnojením ovlivňován mnohem více než výnos zrna a byl průkazně zvyšován až po nejvyšší dávkě organického i minerálního hnojiva (tab. 9, tab. 10). Vysoké dávky živin tak podporují spíše nárůst slámy než výnos zrna.

Byla stanovena lineární závislost mezi dávkou dusíku a výnosem.

Minerální hnojení zvyšovalo výnos zrna lineárně pouze v rozsahu aplikovaných dávek **0 – 200 kg N ha<sup>-1</sup>**, proto byla závislost hodnocena jenom v tomto rozmezí a byla popsána rovnicí: výnos zrna=3,3+0,02311\*dávka, **r=0,995**.

Vliv organického hnojení byl testován v celém rozsahu aplikovaných dávek a zjištěná závislost byla: výnos zrna= $3,506+0,002*\text{dávka}$ ,  $r=0,955$ . Závislost výnosu zrna na dávce dusíku v minerální formě měla 10x větší sklon přímky než závislost výnosu na dávce dusíku v organické formě. To je v souladu s obvykle uváděnou využitelností dusíku z kompostu do 10 %. Závislost výnosu slámy na dávce organického dusíku byla popsána rovnicí: výnos slámy= $4,7983+0,00254*\text{dávka}$ ,  $r=0,972$ . Závislost výnosu slámy na dávce minerálního dusíku byla výnos slámy= $5,546+0,01681*\text{dávka}$ ,  $r=0,92$ .

Nárůst výnosu zrna i slámy tak zhruba odpovídá spíše možné dostupnosti minerálního dusíku v kompostu než specifickému přínosu organického hnojiva.

Protože výnos zrna vzrůstal pouze do úrovně minerálního hnojení  $0 - 200 \text{ kg N ha}^{-1}$ , byl zvláště vyhodnocen vliv hnojení v nižším rozsahu dávek na úrovni  $0 - 400 \text{ kg minerálního N ha}^{-1}$  a organického v dávkách  $0$  až  $588 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Bylo zjištěno, že výnos zrna byl průkazně vyšší při dávce dusíku  $400 \text{ kg N ha}^{-1}$ , než v kontrole a variantě hnojené  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$ , průkazně se však nelišil od výnosu varianty  $200+588$  a  $400+588$ . V tomto rozsahu dávek tedy platí hypotéza, že při srovnatelné dávce minerálního dusíku v aplikovaných hnojivech je výnos vyšší při organickém hnojení. Organické hnojení tak umožňuje dosáhnout srovnatelného výnosu při omezené dávce minerálního hnojiva, což znamená vyšší efektivitu využití dusíku. Jedním z možných vysvětlení pozitivního vlivu je zvýšení příjmu P plodinou, které může nepřímo zvyšovat využití N pro tvorbu výnosu.

Tab. 7 Vliv rostoucí dávky **minerálního** hnojiva na výnos ZRNA ( $\text{t ha}^{-1}$ ) při různé úrovni **organického** hnojení

Dávka minerálního dusíku ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )	Dávka organického dusíku ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )			
	0	588	1175	2351
0	3,3a	4,5a	6,4a	7,8a
200	7,9b	9,3b	7,8a	8,9a
400	9,0b	9,6b	9,1a	10,0a
600	8,1b	9,2b	8,9a	9,0a

Tab. 8 Vliv rostoucí dávky **organického** hnojiva na výnos ZRNA ( $\text{t ha}^{-1}$ ) při různé úrovni **minerálního** hnojení

Dávka organického dusíku ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )	Dávka minerálního dusíku ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )			
	0	200	400	600
0	3,3a	7,9a	9,0a	8,1a
588	4,5a	9,3a	9,6a	9,2a
1175	6,4b	7,8a	9,1a	8,9a
2351	7,8c	8,9a	10,0a	9,0a

Tab. 9 Vliv rostoucí dávky **minerálního** hnojiva na výnos SLÁMY ( $\text{t ha}^{-1}$ ) při různé úrovni **organického** hnojení

Dávka minerálního dusíku ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )	Dávka organického dusíku ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )			
	0	588	1175	2351
0	4,9a	5,9a	8,2a	10,7a
200	10,1b	10,9b	12,4b	15,0b
400	11,8b	13,2bc	16,7cd	18,0bc
600	15,5c	15,6c	17,8d	20,0c

Tab. 10 Vliv rostoucí dávky **organického** hnojiva na výnos SLÁMY (t ha<sup>-1</sup>) při různé úrovni **minerálního** hnojení

Dávka organického dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka minerálního dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )			
	0	200	400	600
0	4,9a	10,1a	11,8a	15,5a
588	5,9a	10,9a	13,2a	15,6a
1175	8,2b	12,4ab	16,7b	17,8a
2351	10,7c	15,0b	18,0b	20,0a

### Obsah živin v zrna a slámě ječmene

Obsah dusíku v zrna i ve slámě byl zvyšován rostoucí dávkou dusíku v minerální formě při všech úrovních organického hnojení (tab. 11, tab. 12). Také rostoucí dávka organického dusíku zvyšovala obsah dusíku v zrna i ve slámě, ale méně, než minerální forma a při nejvyšší dávce minerálního hnojiva bylo organické hnojení bez vlivu (tab. 13, tab. 14). Obsah N ve slámě byl organickým hnojením zvyšován pouze při aplikaci bez dalšího minerálního hnojení. Z výsledků vyplývá, že při vysokých dávkách N není dále zvyšován výnos, ale může narůstat obsah N až do značně vysokých hodnot.

Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na obsah P, K, Mg a Ca v zrna byl malý (tab. 15). Při všech úrovních minerálního hnojení však byl obsah P, K, Mg a Ca v zrna i ve slámě průkazně a poměrně výrazně zvyšován rostoucí dávkou organického hnojiva (tab. 16 – tab. 18). Pozorovaný vliv může být vysvětlen poměrně malou dostupností N z kompostu a vyšší dostupností ostatních živin. Výnos je limitován dusíkem a poměrně značné množství ostatních živin přijatelných z aplikovaného kompostu se hromadí v hmotě zrna.

Tab. 11 Vliv rostoucí dávky **minerálního** hnojiva na obsah dusíku v ZRNU (%) při různé úrovni **organického** hnojení

Dávka minerálního dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka organického dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )			
	0	588	1175	2351
0	1,2a	1,2a	1,4a	1,6a
200	2,0b	2,1b	2,2b	2,3b
400	2,4c	2,4c	2,5c	2,6c
600	2,6d	2,5c	2,7c	2,7c

Tab. 12 Vliv rostoucí dávky **minerálního** hnojiva na obsah dusíku ve SLÁMĚ (%) při různé úrovni **organického** hnojení

Dávka minerálního dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka organického dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )			
	0	588	1175	2351
0	0,2a	0,3a	0,3a	0,4a
200	0,6b	0,6b	0,6b	0,7b
400	1,2c	1,2c	1,2c	1,2c
600	1,6d	1,4d	1,4d	1,5d

Tab. 13 Vliv rostoucí dávky **organického** hnojiva na obsah dusíku v ZRNU (%) při různé úrovni **minerálního** hnojení

Dávka organického dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka minerálního dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )			
	0	200	400	600
0	1,2a	2,0a	2,4a	2,6a
588	1,2a	2,1ab	2,4a	2,5a
1175	1,4b	2,2ab	2,5ab	2,7a
2351	1,6c	2,3b	2,6b	2,7a

Tab. 14 Vliv rostoucí dávky **organického** hnojiva na obsah dusíku ve SLÁMĚ (%) při různé úrovni **minerálního** hnojení

Dávka organického dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka minerálního dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )			
	0	200	400	600
0	0,2a	0,6a	1,2a	1,6a
588	0,3ab	0,6a	1,2a	1,4a
1175	0,3bc	0,6a	1,2a	1,4a
2351	0,4c	0,7a	1,2a	1,5a

Tab. 15 Srovnání vlivu dávky **minerálního** hnojiva na obsah živin v ZRNU (%) při různých úrovních **organického** hnojení

Dávka N organického hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka N minerálního hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	P	K	Mg	Ca
0	0	0,37a	0,6a	0,1a	0,1a
	200	0,26b	0,5a	0,1a	0,1a
	400	0,27ab	0,5a	0,1a	0,1a
	600	0,32a	0,5a	0,1a	0,1a
588	0	0,44a	0,6a	0,1a	0,1a
	200	0,38b	0,5a	0,1a	0,1a
	400	0,37b	0,5a	0,1a	0,1a
	600	0,40ab	0,6a	0,1a	0,1a
1175	0	0,44a	0,6a	0,1a	0,1a
	200	0,44a	0,6a	0,1a	0,1a
	400	0,42a	0,6a	0,1a	0,1a
	600	0,44a	0,6a	0,1a	0,1a
2351	0	0,47a	0,6a	0,1a	0,1a
	200	0,48a	0,6a	0,1a	0,1a
	400	0,47a	0,6a	0,1a	0,1a
	600	0,49a	0,6a	0,1a	0,1a

Tab. 16 Srovnání vlivu dávky organického hnojiva na obsah živin v ZRNU (%) při různých úrovních minerálního hnojení

Dávka N minerálního hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka N organického hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	P	K	Mg	Ca
0	0	0,37a	0,56a	0,12a	0,05a
	588	0,44b	0,56a	0,13b	0,05a
	1175	0,44b	0,60a	0,14b	0,05a
	2351	0,47b	0,62a	0,13b	0,05a
200	0	0,26a	0,49a	0,12a	0,05a
	588	0,38b	0,54ab	0,13b	0,05a
	1175	0,44bc	0,59ab	0,14b	0,05a
	2351	0,48c	0,63b	0,14b	0,05a
400	0	0,27a	0,52a	0,12a	0,05a
	588	0,37b	0,51a	0,13a	0,05a
	1175	0,42c	0,57a	0,14b	0,05a
	2351	0,47d	0,60a	0,13b	0,05a
600	0	0,32a	0,54a	0,12a	0,05a
	588	0,40b	0,55a	0,13a	0,05a
	1175	0,44bc	0,56a	0,14a	0,05a
	2351	0,49c	0,63b	0,14a	0,05a

Tab. 17 Srovnání vlivu dávky minerálního hnojiva na obsah živin ve SLÁMĚ (%) při různých úrovních organického hnojení

Dávka N organického hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka N minerálního hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	P	K	Mg	Ca
0	0	0,015a	2,6a	0,2a	0,5a
	200	0,015a	4,1b	0,2b	0,5b
	400	0,017a	4,4b	0,3b	0,6bc
	600	0,033b	5,2c	0,2b	0,6c
588	0	0,035a	3,3a	0,2a	0,5a
	200	0,015a	4,9b	0,2a	0,6ab
	400	0,021a	5,7c	0,2a	0,6ab
	600	0,041a	5,6c	0,2a	0,7b
1175	0	0,056ab	4,6a	0,2a	0,5a
	200	0,026a	5,3ab	0,2ab	0,5ab
	400	0,049ab	6,0bc	0,2ab	0,6bc
	600	0,063b	6,2c	0,2b	0,7c
2351	0	0,056a	5,3a	0,2a	0,5a
	200	0,052a	6,1b	0,2ab	0,5a
	400	0,085ab	6,0b	0,2a	0,5a
	600	0,110b	5,9b	0,2b	0,7b

Tab. 18 Srovnání vlivu dávky organického hnojiva na obsah živin ve SLÁMĚ (%) při různých úrovních minerálního hnojení

Dávka N minerálního hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka N organického hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	P	K	Mg	Ca
0	0	0,015a	2,6a	0,2a	0,5a
	588	0,035b	3,3b	0,2a	0,5a
	1175	0,056c	4,6c	0,2a	0,5a
	2351	0,056c	5,3d	0,2a	0,5a
200	0	0,015a	4,1a	0,2a	0,5a
	588	0,015a	4,9b	0,2ab	0,6a
	1175	0,026a	5,3b	0,2bc	0,5a
	2351	0,052b	6,1c	0,2c	0,5a
400	0	0,017a	4,4a	0,3a	0,6a
	588	0,021b	5,7b	0,2a	0,6a
	1175	0,049b	6,0b	0,2ab	0,6a
	2351	0,085c	6,0b	0,2b	0,5a
600	0	0,033a	5,2a	0,2a	0,6a
	588	0,041a	5,6ab	0,2a	0,7a
	1175	0,063ab	6,2b	0,2a	0,7a
	2351	0,110b	5,9b	0,2a	0,7a

### Odběr živin výnosem ječmene

Odběr N se zvyšoval s rostoucí dávkou organického i minerálního hnojiva (tab. 19, tab. 20). Zvyšování odběru dusíku zvyšováním dávky kompostu by mohlo být vysvětleno spíše vstupem minerálního dusíku v organickém hnojivu než specifickým vlivem organické hmoty na rostliny.

Závislost mezi dávkou dusíku v minerální formě a odběrem dusíku výnosem měla zhruba 14x větší sklon přímky než závislost výnosu na dávce dusíku v organické formě. To by odpovídalo využitelnosti dusíku z kompostu asi 7 % ve srovnání s minerálním hnojivem.

Také odběr P, K, Mg a Ca narůstal s rostoucí dávkou organického i minerálního hnojiva (tab. 21, tab. 22). Z výsledků vyplývá, že kompost může být poměrně efektivním zdrojem těchto živin spíše než zdrojem dusíku. Vliv kompostu na příjem P, K, Mg a Ca plodinou by proto mohl být sledován jako jeden z důležitých přínosů použití kompostu při testování v nádobových nebo polních zkouškách.

Tab. 19 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na odběr dusíku (kg N ha<sup>-1</sup>) při různé úrovni organického hnojení

Dávka minerálního dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka organického dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )			
	0	588	1175	2351
0	48a	66a	108a	153a
200	207b	242b	229b	294b
400	330c	365c	399c	446c
600	425d	421d	460d	505c

Tab. 20 Vliv rostoucí dávky organického hnojiva na odběr dusíku (kg N ha<sup>-1</sup>) při různé úrovni minerálního hnojení

Dávka organického dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka minerálního dusíku (kg N ha <sup>-1</sup> )			
	0	200	400	600
0	48a	207a	330a	425a
588	66b	242a	365ab	421a
1175	108c	229a	399bc	460ab
2351	153d	294b	446c	505b

Tab. 21 Srovnání vlivu dávky minerálního hnojiva na odběr živin výnosem (kg ha<sup>-1</sup>) při různých úrovních organického hnojení

Dávka N organického hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka N minerálního hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	P	K	Mg	Ca
0	0	12a	134a	13a	23a
	200	21b	431b	32b	56b
	400	24b	537b	39bc	72b
	600	29c	801c	46c	98c
588	0	20a	205a	18a	32a
	200	34b	552b	36b	65b
	400	36b	761c	41bc	85bc
	600	41b	880c	46c	108c
1175	0	31a	395a	23a	40a
	200	34a	663b	35b	66b
	400	43b	993c	47c	101c
	600	47b	1094c	50c	115c
2351	0	40a	582a	28a	54a
	200	47a	927b	40b	83b
	400	59b	1088bc	45b	97b
	600	62b	1190c	54c	130c

Tab. 22 Srovnání vlivu dávky organického hnojiva na odběr živin výnosem (kg ha<sup>-1</sup>) při různých úrovních minerálního hnojení

Dávka N minerálního hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	Dávka N organického hnojiva (kg N ha <sup>-1</sup> )	P	K	Mg	Ca
0	0	12a	134a	13a	23a
	588	20b	205b	18b	32b
	1175	31c	395c	23c	40b
	2351	40d	582d	28d	54c
200	0	21a	431a	32a	56a
	588	34b	552ab	36ab	65ab
	1175	34b	663b	35ab	66ab
	2351	47c	927c	40b	83b
400	0	24a	537a	39a	72a
	588	36b	761b	41a	85ab
	1175	43c	993c	47a	101b
	2351	59d	1088c	45a	97b
600	0	29a	801a	46a	98a
	588	41ab	880ab	46a	108a
	1175	47b	1094bc	50a	115a
	2351	62c	1190c	54a	130a

### Množství chlorofylu

V prvním termínu měření byl obsah chlorofylu vyšší v minerálně hnojených variantách než ve variantách hnojených pouze organicky a byl vyšší při vyšších dávkách minerálního hnojiva (tab. 23). Ve druhém termínu měření došlo k výraznému poklesu obsahu chlorofylu. Největší pokles byl zaznamenán v pouze organicky hnojených variantách. Naopak při vyšších dávkách živin byl pokles menší a prohloubily se rozdíly mezi variantami. Pozorované rozdíly byly zhruba v souladu s vlivem hnojiv na výnos.

Tab. 23 Množství chlorofylu

Varianta	Fáze 2. kolénka	Konec sloupkování
0	472	271
200	553	453
400	580	516
600	577	522
0+588	487	267
200+588	550	507
400+588	555	511
600+588	567	583
0+1175	540	354
200+1175	556	505
400+1175	564	556
600+1175	592	576
0+2351	531	408
200+2351	528	492
400+2351	579	565
600+2351	552	549

#### Stanovení optimální dávky živin

Z hlediska efektivity využití dusíku lze za optimální variantu hnojení označit 200+588. Při této úrovni hnojení bylo dosaženo nejvyššího výnosu zrna při nižší spotřebě dusíku v minerální formě ( $260 \text{ kg N ha}^{-1}$  při dostupnosti N z kompostu 10 %) než ve variantě hnojené vyšší dávkou na úrovni  $400 \text{ kg N ha}^{-1}$  (tab. 24). Vyšší dávky minerálního dusíku než  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$  zvyšovaly spíše obsah N v zrnu, ve slámě a výnos slámy než výnos zrna jako nejhodnotnějšího produktu. Zvýšený obsah N v zrnu znamená mimo jiné vyšší zátěž prostředí reaktivním dusíkem při zpracování a použití a v případě ječmene má negativní vliv na kvalitu. V praktickém zemědělství by zvyšování výnosu slámy bylo navíc spojeno s poléháním, šířením chorob a značnými ztrátami na výnosu. Zatímco dusík ve formě kompostu zůstává v půdě a může být využit dalšími plodinami, minerální dusík se z půdy různými cestami ztrácí. Organický dusík podporuje přeměny dusíku v půdě, které jsou stálým zdrojem dusíku pro pěstované plodiny. Aplikované dávky živin zvyšovaly výnos v poměrně omezeném rozsahu. Je proto možné, že by se vliv rostoucí dávky dusíku více projevil u plodiny, která má větší schopnost reagovat na jeho rostoucí dávky dalším zvyšováním výnosu, jako je např. kukuřice.

U ječmene se pozitivní vliv kompostu nejvíce projevil při nižších dávkách, proto by pro testování přínosů kompostu mohly být vhodnější stupňování dávky minerálního N v rozsahu 0 –  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

Tab. 24 Vliv rostoucí dávky organického hnojiva na výnos zrna a slámy, obsah dusíku a odběr dusíku výnosem při dávce minerálního dusíku do 400 kg ha<sup>-1</sup> a organického dusíku do 588 kg ha<sup>-1</sup>.

Varianta	Výnos zrna (t ha <sup>-1</sup> )	Výnos slámy (t ha <sup>-1</sup> )	Obsah N zrno (%)	Obsah N sláma (%)	Odběr dusíku (kg ha <sup>-1</sup> )
0	3,3a	4,9a	1,2a	0,2a	47,8a
200	7,9c	10,1b	2,0b	0,6b	206,9b
400	9,0d	11,8cd	2,4c	1,2c	330,3d
0+588	4,5b	5,9a	1,2a	0,3a	65,9a
200+588	9,3d	10,9bc	2,1b	0,6b	241,6c
400+588	9,6d	13,2d	2,4c	1,2c	364,8e

## 9. Závěry

Rostoucí dávka živin v organické i minerální formě průkazně zvyšovala výnos zrna i slámy. Pozorovaný nárůst výnosu a odběru dusíku zhruba odpovídal aplikovanému množství minerálního dusíku v organickém i minerálním hnojivu. Kompost byl zřejmě i zdrojem P, K, Mg a Ca a podporoval jejich příjem plodinou.

**Hypotéza že výnos lze nad určitou hranici zvyšovat pouze organickým hnojením se nepotvrdila.**

Nárůst výnosu zrna při minerálním hnojení byl omezený a zvyšování dávky nad 200 kg N ha<sup>-1</sup> nemělo průkazný vliv na výnos zrna, ale zvyšovalo výnos slámy, obsah N v zrnu i ve slámě a odběr dusíku výnosem.

Výnos zrna však byl dále průkazně zvýšen současnou aplikací nejnižší dávky kompostu (varianta 200+588). Tato varianta byla vyhodnocena jako optimální, umožňuje dosáhnout srovnatelného výnosu při nižší dávce dusíku v minerální formě.

V omezeném rozsahu dávek se tak potvrdila hypotéza, že výnos je větší při organickém hnojení.

**Dosažení srovnatelného výnosu při nižší spotřebě živin, a tedy vyšší efektivita jejich využití by mohly být stěžejními krátkodobými přínosy organického hnojení, které by mohly být sledovány při zkoušení hnojiv.**

## 10. Použitá literatura

- Chaoui, H. I., Zibilske, L. M., Ohno, T., 2003. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biology and Biochemistry* 35, 295-302.
- Paterson, E., Neilson, R., Midwood, A. J., Osborne, S. M., Sim, A., Thornton, B., Millard, P., 2011. Altered food web structure and C-flux pathways associated with mineralisation of organic amendments to agricultural soil. *Applied Soil Ecology* 48, 107-116.
- Zbiral, J., Čižmarová, E., Dočkalová, R., Fojtlová, E., Hájková, H., Holcová, H., Kabátová, N., Niedobová, E., Rychlý, M., Staňková, K., Urbánková, E., Vilamová, V., Žalmanová, A., 2014. Jednotné pracovní postupy – analýza rostlinného materiálu. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 120 s.

## 11. Fotodokumentace

Obr. 1 Rostliny ječmene jarního ve fázi praporcového listu. Varianty bez minerálního hnojení. Nádoby 1, 5, 9, 13 odpovídají dávkám organického hnojiva na úrovni 0, 588, 1175 a 2351 kg N ha<sup>-1</sup>.



Obr. 2 Rostliny ječmene jarního ve fázi praporcového listu. Varianty hnojené minerálním hnojivem v dávce odpovídající 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Nádoby 2, 6, 10, 14 odpovídají dávkám organického hnojiva na úrovni 0, 588, 1175 a 2351 kg N ha<sup>-1</sup>.



Obr. 3 Rostliny ječmene jarního ve fázi praporcového listu. Varianty hnojené minerálním hnojivem v dávce odpovídající  $400 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Nádoby 3, 7, 11, 15 odpovídají dávám organického hnojiva na úrovni 0, 588, 1175 a  $2351 \text{ kg N ha}^{-1}$ .



Obr. 4 Rostliny ječmene jarního ve fázi praporcového listu. Varianty hnojené minerálním hnojivem v dávce odpovídající  $600 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Nádoby 4, 8, 12, 16 odpovídají dávám organického hnojiva na úrovni 0, 588, 1175 a  $2351 \text{ kg N ha}^{-1}$ .



Obr. 5 Rostliny ječmene jarního před sklizní. Varianty bez minerálního hnojení. Nádoby 1, 5, 9, 13 odpovídají dávkám organického hnojiva na úrovni 0, 588, 1175 a 2351 kg N ha<sup>-1</sup>.



Obr. 6 Rostliny ječmene jarního před sklizní. Varianty hnojené minerálním hnojivem v dávce odpovídající 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Nádoby 2, 6, 10, 14 odpovídají dávkám organického hnojiva na úrovni 0, 588, 1175 a 2351 kg N ha<sup>-1</sup>.



Obr. 7 Rostliny ječmene jarního před sklizní. Varianty hnojené minerálním hnojivem v dávce odpovídající  $400 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Nádoby 3, 7, 11, 15 odpovídají dávkám organického hnojiva na úrovni 0, 588, 1175 a  $2351 \text{ kg N ha}^{-1}$ .



Obr. 8 Rostliny ječmene jarního před sklizní. Varianty hnojené minerálním hnojivem v dávce odpovídající  $600 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Nádoby 4, 8, 12, 16 odpovídají dávkám organického hnojiva na úrovni 0, 588, 1175 a  $2351 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

