

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

Oddělení výživy rostlin



Vliv dostupnosti síry v půdě na výnos

Zpráva o výsledcích vegetační nádobové zkoušky za rok 2022, který je druhým rokem zkoušky

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, leden 2023

1. Úvod

Název zkoušky: Vliv dostupnosti síry v půdě na výnos

Účel zkoušky: síra patří mezi základní živiny. Vzhledem ke klesajícímu obsahu síry v našich půdách je doporučována její aplikace formou hnojení. Vztah mezi obsahem S v půdě a výnosem však dosud není jednoznačně stanoven. Ve vegetační nádobové zkoušce je proto ověřován vliv rostoucí dostupnosti S na výnos řepky a ječmene. Zpráva uvádí výsledky za rok 2022, který je druhým rokem zkoušky.

Cíle zkoušky: zjistit, jak rostoucí dostupnost síry ovlivní výnos pěstovaných plodin a využít data ke stanovení kritérií obsahu S v půdě

Hypotézy a očekávané výsledky:

Rostoucí podíl dusíku v síranové formě zvýší výnos a obsah síry ve sklizených produktech

Druh zkoušky: vegetační nádobová zkouška byla založena na jaře 2021 ve vegetační hale v Brně

Délka trvání zkoušky: vegetační rok 2021- 2022

Zadavatel zkoušky: vlastní zkouška k získání údajů o vlivu materiálu na půdní vlastnosti a výnos

2. Chemické složení použitého hnojiva a agrouhlí

- Jako zdroj síry byl použit síran amonný s obsahem 21 % N a 24 %S
- Jako zdroj dusíku bez obsahu síry byla použita močovina s obsahem 46 % N

Výrobce použitých hnojiv:

Síran amonný: Lovochemie a. s., Lovosice

Močovina: AB "Achema", Jonava, Litva

3. Vlastnosti použité půdy

K založení zkoušky byla použita ručně odebraná svrchní vrstva ornice z lokality Svitavy (tab. 1).

Tab. 1: Základní agrochemické vlastnosti půdy použité k založení zkoušky

Půda	půdní reakce pH/CaCl ₂	obsah živin ve výluhu Mehlich III mg kg ⁻¹ a hodnocení dle kritérií				
		P	K	Mg	Ca	S
Svitavy	6,3	131,6	177,5	56,3	1926	15,9
	slabě kyselá	velmi vysoký	dobrý	nízký	vyhovující	nízký

4. Zkoušené plodiny

1. rok: Řepka jarní (*Brassica napus*) - odrůda Cleopatra
 2. rok: Ječmen jarní (*Hordeum vulgare*) - odrůda Laudis 550

5. Dávky hnojiv a schéma vegetační nádobové zkoušky

Ve 2 roce pokusu byla aplikována pouze močovina jako dusíkaté hnojení, aby se projevil vliv odlišného obsahu S v půdě rozdílně hnojených variant. Schéma vegetační zkoušky a dávky hnojiv v 1. a 2. roce pokusu jsou uvedeny v tabulkách 2 a 3. V tabulce 4 je uvedeno schéma aplikace hnojiv do nádob ve 2. roce pokusu.

Tab. 2: Schéma vegetační nádobové zkoušky a dávky živin v 1. roce pokusu

Variety hnojení	Počet nádob	dávka N (kg ha ⁻¹)	Dávka S (kg ha ⁻¹)	Použité hnojivo	
1. Kontrola	5	0	0	-	-
2. S0	5	200	0	-	močovina
3. S50	5	200	57	síran amonný	močovina
4. S100	5	200	114	síran amonný	močovina
5. S150	5	200	171	síran amonný	močovina
6. S200	5	200	229	síran amonný	močovina

Tab. 3: Schéma vegetační nádobové zkoušky a dávky živin ve 2. roce pokusu

Variety hnojení	Počet nádob	dávka N (kg ha ⁻¹)	Dávka S (kg ha ⁻¹)	Použité hnojivo	
1. Kontrola	5	0	0	-	
2. S0	5	200	0	močovina	
3. S50	5	200	0	močovina	
4. S100	5	200	0	močovina	
5. S150	5	200	0	močovina	
6. S200	5	200	0	močovina	

Tab. 4: Schéma aplikace hnojiv do nádob

Variety hnojení	Použité hnojivo	Dávka hnojiva (g nádoba ⁻¹)	Použité hnojivo	Dávka hnojiva (g nádoba ⁻¹)
1. Kontrola	-	0	-	0
2. S0	-	0	močovina	2,1
3. S50	síran amonný	0	močovina	2,1
4. S100	síran amonný	0	močovina	2,1
5. S150	síran amonný	0	močovina	2,1
6. S200	síran amonný	0	močovina	2,1

6. Způsob hnojení

Aplikace hnojiv: ke hnojeným variantám byla aplikována močovina formou 200 ml roztoku. Hnojivo bylo aplikováno asi 10 cm pod povrch půdy.

7. Technika založení a průběh zkoušky

Celkový rozsah zkoušky: 1 plodina x 6 variant x 5 opakování

Celkem 30 vegetačních nádob

Technika provedení pokusu:

- rostliny ječmene byly pěstovány v plastových nádobách s 10 kg zhomogenizované zeminy
- do každé nádoby bylo 21. 3. 2022 vyseto 28 zrn, po vzejití (28. 3. 2022) bylo 31. 3. 2022 provedeno vyjednocení na 21 vyrovnaných rostlin v každé nádobě
- pod každou vegetační nádobou byla umístěna miska pro případné zachycení přebytečné závlivkové vody a její navracení zpět do nádob
- během vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin, povolené přípravky na ochranu rostlin použité k ochraně během vegetace jsou uvedeny v tab. 5.
- 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
- sklizeň byla provedena 7. 7. 2022

Tab. 5. Přípravky použité k ochraně proti chorobám a škůdcům ječmene v průběhu zkoušky

Přípravek	datum	koncentrace (%)	Škůdce/choroba
Boogie Xpro	27. 5. 2022	0,1	Padlí

Hodnocené parametry:

- měření chlorofylu N testerem ve třicetidenních intervalech
- výnos semene a slámy ječmene, ze všech opakování a všech variant
- výnos zrna a slámy ječmene, ze všech opakování a všech variant
- po sklizni ječmene byl ze všech nádob odebrán vzorek půdy ke stanovení obsahu S ve výluhu dle Mehlicha III (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30068.1 dle Zbírala a kol., 2016) metodou ICP-OES (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30074.1 dle Zbírala a kol., 2016).
- ve vzorcích sklizených produktů z každé nádoby byl stanoven obsah S (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40032.1 a 40100.1 dle Zbírala a kol., 2014)

8. Výsledky

Výnos sušiny ječmene

Bez předchozího přídavku síry zvýšilo dusíkaté hnojení výnos slámy, ale neovlivnilo výnos zrna (tab. 6). Pokud byl dusík aplikován do půdy hnojené nejnižší dávkou síry k předplodině, výnos zrna průkazně narostl na úkor výnosu slámy, který byl přídavkem síry snížen. Další zvyšování úrovně předchozího hnojení sírou však už výnos dále nezvyšovalo.

Tab. 6 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na výnos ječmene při různé úrovni hnojení

Varianta	Dávka hnojiva (kg ha ⁻¹)		Výnos zrna (t ha ⁻¹)	Výnos slámy (t ha ⁻¹)
	Dávka síry (kg S ha ⁻¹)	Dávka dusíku (kg N ha ⁻¹)		
1. Kontrola	0	0	3,6a	5,6a
2. S0	0	200	3,6a	10,5c
3. S50	0	200	6,8b	7,9b
4. S100	0	200	7,1b	8,2b
5. S150	0	200	7,1b	8,0b
6. S200	0	200	6,6b	7,8b

Obsah chlorofylu v listech ječmene

S rostoucí dávkou S narůstal obsah chlorofylu v listech. Nejvyšší hodnoty byly při prvním měření zaznamenány při úrovni hnojení S150, při druhém měření při S100 (tab. 7).

Tab. 7 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na obsah chlorofylu v listech ječmene při různé úrovni hnojení

Varianta	50 dní po výsevu	78 dní po výsevu
1. Kontrola	379	366
2. S0	418	225
3. S50	591	513
4. S100	609	582
5. S150	642	536
6. S200	613	537

Obsah síry v sušině ječmene

Obsah S v zrna i ve slámě rostlin pěstovaných v půdě hnojené v předchozím roce pouze dusíkem byl průkazně nižší než u nehnojené kontroly. Zvyšování vstupů síry k předchozí plodině naopak výrazně zvyšovalo obsah síry v sušině (tab. 8).

Tab. 8 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na obsah síry v zrna a slámě ječmene při různé úrovni hnojení

Varianta	Dávka síry (kg S ha ⁻¹)	Obsah S v zrna (mg kg ⁻¹)	Obsah S ve slámě (mg kg ⁻¹)
1. Kontrola	0	1 084b	1 159b
2. S0	0	799a	423a
3. S50	0	1 320c	8 24ab
4. S100	0	1 737d	2 671c
5. S150	0	1 747d	3 272d
6. S200	0	1 823d	3 363d

Odběr S výnosem ječmene

Odběr S výnosem byl neprůkazně snižován dusíkatým hnojením bez předchozí aplikace síry k předplodině. Nejnížší úroveň hnojení sírou naopak odběr síry průkazně zvýšila a nejvyšší hodnota byla zjištěna při úrovni hnojení S100. Další zvyšování dávky síry už odběr průkazně neovlivnilo (tab. 9).

Tab. 9 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na odběr S výnosem ječmene při různé úrovni hnojení

Varianta	Dávka síry (kg S ha ⁻¹)	Odběr S výnosem (kg S ha ⁻¹)
1. Kontrola	0	9,2ab
2. S0	0	6,6a
3. S50	0	13,9b
4. S100	0	31,0c
5. S150	0	34,9c
6. S200	0	34,5c

Obsah S v půdě po sklizni ječmene

Obsah S v půdě se s rostoucí dávkou síry příliš neměnil do úrovně hnojení S100 (tab. 10). Při nejvyšších dávkách byl zaznamenán průkazný nárůst.

Tab. 10 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na obsah S v půdě po sklizni ječmene při různé úrovni hnojení

Varianta	Dávka síry (kg S ha ⁻¹)	Obsah S v půdě (mg S kg ⁻¹)	Obsah S v půdě (%)
1. Kontrola	0	10,6a	100
2. S0	0	9,9a	93
3. S50	0	11,9a	112
4. S100	0	23,9a	226
5. S150	0	49,6b	468
6. S200	0	75,4c	711

9. Závěry

Při výchozím obsahu S v půdě 16 mg kg⁻¹ byl v prvním roce pokusu výnos řepky výrazně limitován dostupností S. Výnos ječmene jako následné plodiny však nebyl zvýšením obsahu S v půdě nad 16 mg S kg⁻¹ ovlivněn. Část S z předchozího hnojení mohla být uložena v půdě ve formě nestanovitelné použitou metodou Mehlich 3. To může být např. S v rozkládané biomase předplodiny, která je postupně mineralizována. Síra se tak chová podobně jako dusík, což může do jisté míry ovlivňovat využitelnost půdních testů ke stanovení obsahu S.

Ze závislosti mezi obsahem S v půdě a odběrem S výnosem však vyplývá, že maximálního odběru je dosaženo při obsahu S na úrovni 20 – 25 mg kg⁻¹. Tato hodnota tak představuje kritickou hodnotu, při které je plně nasycena kapacita rostlin čerpat S z půdy. Nad tuto hodnotu nemá smysl, v podmínkách pokusu, zvyšovat obsah S v půdě ani u plodin s vysokými požadavky na síru. Další zvyšování obsahu S proto představuje v půdě použité k pokusu spíše hromadění nevyužité síry než smysluplné zvyšování její dostupnosti. Vysoké vstupy S, zejména ve formě fyziologicky kyselých hnojiv, navíc představují riziko okyselování půdy.

Z pohledu dosažených výsledků má smysl udržovat obsah S na hodnotách mezi 16 – 20 mg kg⁻¹ hnojením v dávkách, které odpovídají roční spotřebě S pěstovanými plodinami. Závislost mezi obsahem S v půdě a výnosem bude ověřována v dalším roce pokusu.

8. Použitá literatura

- Zbíral, J., Čižmarová, E., Obdržálková, E., Rychlý, M., Vilamová, V., Srnková, J., Žalmanová, A., 2016. Jednotné pracovní postupy – analýza půd I. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
- Zbíral, 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.

9. Fotodokumentace

Obr.1 Rostliny ječmene na konci sloupkování. Čísla nádob 1 – 6 odpovídají variantám pokusu 1. kontrola, 2. S0, 3. S50, 4. S100, 5. S150 a 6. S200.



Obr.2 Rostliny ječmene ve fázi zrání. Číslo nádob 1 – 6 odpovídají variantám pokusu 1. kontrola, 2. S0, 3. S50, 4. S100, 5. S150 a 6. S200.

