

Č.j.: UKZUZ 206404/2023

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 víceleté vegetační nádobové zkoušky za rok 2023
3. rok 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, listopad 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 pěstovaných plodin.

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:

Během prvního roku pokusu rostoucí dávka síry zvýší výnos, obsah síry ve sklizených produktech a obsah S v půdě. V dalších letech nebude dále sírou hnojeno a výnos bude zvyšován rostoucí dostupností síry po rostoucí dávce počátečního hnojení.

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

Délka trvání zkoušky: vegetační rok 2021- 2023

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
3. rok: Kukuřice (*Zea mays*) – odrůda Honoreen

5. Dávky hnojiv a schéma vegetační nádobové zkoušky

Ve 2. a 3. 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 při založení pokusu jsou uvedeny v tabulce 2.

V tabulce 3 jsou uvedeny dávky hnojiv ve 3. roce pokusu a schéma aplikace hnojiv do nádob ve 3. roce pokusu je uvedeno v tabulce 4.

Tab. 2: Schéma vegetační nádobové zkoušky a dávky živin při založení pokusu

Varianty 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 3. roce pokusu

Varianty 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 před výsevem (g nádoba ⁻¹)	Dávka hnojiva po vyjedení (g nádoba ⁻¹)
1. Kontrola	-	0	0
2. S0	močovina	1,2	0,9
3. S50	močovina	1,2	0,9
4. S100	močovina	1,2	0,9
5. S150	močovina	1,2	0,9
6. S200	močovina	1,2	0,9

6. Způsob hnojení

Aplikace hnojiv: ke hnojeným variantám byla aplikována močovina formou 200 ml roztoku. Hnojivo bylo aplikováno ve dvou termínech. Na jaře před výsevem bylo aplikováno 60 % hnojiva, zbývajících 40 % bylo aplikováno po vyjedení. Hnojivo bylo zapraveno 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 kukuřice byly pěstovány v plastových nádobách s 10 kg zhomogenizované zeminy
- do každé nádoby bylo 4. 5. 2023 vyseto 9 semen, po vzejití (14. 5. 2023) bylo 24. 5. 2023 provedeno vyjedení na 4 vyrovnané rostliny v každé nádobě
- pod každou vegetační nádobou byla umístěna miska pro případné zachycení přebytečné závlivkové vody. Tato perkolovaná voda se navracela zpět do nádoby
- během vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin, k ochraně před bzunkou ječnou byly 20.5.2023 aplikovány přípravky Decis Mega a Mospilan, oba v koncentraci 0,02 %.
- 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 28. 7. 2023
- po sklizni byla půda v nádobách zhomogenizována, kořeny uloženy do spodní části nádoby a byly odebrány vzorky půdy k analýzám

Hodnocené parametry:

- měření chlorofylu N testerem ve třicetidenních intervalech
- výnos sušiny kukuřice, ze všech opakování a všech variant
- po sklizni byl ze všech nádob odebrán vzorek půdy ke stanovení obsahu S ve výluhu dle Mehliche III (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30068.1 dle Zbírálka a kol., 2016) metodou ICP-OES (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30074.1 dle Zbírálka 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

Rostoucí úroveň předchozího hnojení sírou zvyšovala výnos až do dávky S100 (tab. 5). Další zvyšování úrovně předchozího hnojení sírou už výnos dále nezvyšovalo.

Tab. 5 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na výnos kukuřice

Varianta	Výnos sušiny kukuřice (t ha ⁻¹)	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola	12,8a	100
2. S0	14,8a	115
3. S50	19,9b	155
4. S100	25,3c	198
5. S150	24,2c	189
6. S200	25,5c	199

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, (Tukey, $P \leq 0,05$)

Obsah chlorofylu v listech kukuřice

Obsah chlorofylu byl v listech kukuřice všech hnojených variant vyšší než u kontroly (tab. 6). Nejvyšší obsah byl zaznamenán při nejvyšší dávce S.

Tab. 6 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na obsah chlorofylu v listech kukuřice

Varianta	43 dní po výsevu
1. Kontrola	486
2. S0	567
3. S50	564
4. S100	552
5. S150	586
6. S200	637

Obsah síry v sušině kukuřice a odběr síry výnosem

Při úrovni hnojení sírou S0 – S50 se obsah S v sušině nelišil od kontroly. Další zvyšování vstupů síry k předplodině ječmeni průkazně zvyšovalo obsah síry v sušině až do úrovně S150 (tab. 7). Podobný trend měl i odběr S výnosem. Z výsledků vyplývá, že půda variant nehnojených sírou (kontrola a S0) je zdrojem zhruba 5 kg S ha⁻¹ za rok.

Tab. 7 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na obsah síry v sušině kukuřice

Varianta	Obsah S v sušině kukuřice (mg S kg ⁻¹)	Odběr S výnosem kukuřice (kg S ha ⁻¹)
1. Kontrola	438a	5,0a
2. S0	411a	5,3a
3. S50	433a	7,6a
4. S100	690b	15,7b
5. S150	1032c	22,6c
6. S200	1093c	25,1c

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, (Tukey, $P \leq 0,05$)

Obsah S v půdě

Obsah S v půdě po předplodině se s rostoucí dávkou síry příliš neměnil do úrovně hnojení S50 (tab. 8), až při vyšších dávkách byl zaznamenán průkazný nárůst. V průběhu tří pokusných let obsah síry postupně klesal, což je patrné ze srovnání obsahu S po předplodině a po sklizni ve 3. roce pokusu (tab. 8). Úbytek síry v půdě byl větší při jejích vyšších dávkách na počátku pokusu. Při vyšší dostupnosti síry v půdě je vyšší výnos a obsah S v rostlině a více síry je tak odčerpáno výnosem (tab. 7).

Úbytek zhruba odpovídal odběru S plodinou, při nižších dávkách však bylo patrné, že obsah dostupné S v půdě je do jisté míry doplňován z půdních zdrojů a jen málo se mění. Naopak při vyšších dávkách byl pokles menší, než by odpovídalo čerpání výnosem. Část síry zřejmě zůstává uložena ve formě nestanovitelné metodou dle Mehlich, nejspíše ve formě kořenů a posklizňových zbytků.

Ve 3. roce pokusu rostl výnos až do obsahu 24 mg S kg⁻¹ po předplodině. Bez dalšího hnojení je zřejmě kritická hodnota obsahu S v půdě přibližně 20 mg kg⁻¹, ale není jasné, jak velký je vliv S z posklizňových zbytků. Rostliny však dokážou využít i vyšší obsah až do 60 mg kg⁻¹, kdy ještě narůstá obsah S v sušině a většina S v půdě je výnosem spotřebována.

Tab. 8 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na obsah S v půdě po sklizni řepky

Varianta	Obsah S v půdě po předplodině (mg S kg ⁻¹)	Obsah S v půdě po sklizni kukuřice (mg S kg ⁻¹)
1. Kontrola	10,6a	9,6a
2. S0	9,9a	8,9a
3. S50	11,9a	9,4a
4. S100	23,9a	12,5a
5. S150	49,6b	28,3b
6. S200	75,4c	45,4c

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, (Tukey, $P \leq 0,05$)

9. Závěry

Aplikace stupňované dávky S zvyšovala obsah S v půdě a výnos pěstovaných plodin i ve 3. roce po jeho založení. Síra byla aplikována pouze v 1. roce a v dalších dvou letech byl výnos ovlivňován jen obsahem S v půdě. Obsah S v průběhu pokusu výrazně klesal a pokles byl tím vyšší, čím vyšší byl obsah S v půdě. Zvyšování obsahu S po předplodině z 10 na 20 mg S kg⁻¹ velmi výrazně zvyšovalo výnos, této hranice bylo ve 3. roce dosaženo při úrovni hnojení S100. Další zvyšování už výnos neovlivnilo, ale růst obsahu do 60 mg S kg⁻¹ zvyšoval odběr S plodinou.

10. 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.

11. Fotodokumentace

Obr.1 Rostliny kukuřice ve fázi 8. listu. Čísla nádob 1 – 6 odpovídají variantám pokusu 1. kontrola, 2. S0, 3. S50, 4. S100, 5. S150 a 6. S200.



Obr.2 Rostliny kukuřice před sklizní. Číslo nádob 1 – 6 odpovídají variantám pokusu 1. kontrola, 2. S0, 3. S50, 4. S100, 5. S150 a 6. S200.

