

Čj.: UKZUZ 220479/2020

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

Oddělení výživy rostlin



Vliv živinami nasyceného agrouhlí na výnos jarní pšenice a kukuřice
Zpráva o výsledcích vegetační nádobové zkoušky za rok 2019 - 2020

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 2020

1. Úvod

Název zkoušky: Vliv živinami nasyceného agrouhlí na výnos jarní pšenice

Účel zkoušky: jedním z často uváděných efektů agrouhlí je sorpce živin. Živiny sorbované v agrouhlí jsou částečně dostupné rostlinám a agrouhlí je v literatuře uváděno za možný zdroj pomalu uvolnitelných živin. Doklady o reálné využitelnosti agrouhlí jako nosiče živin jsou však omezené. V nádobové zkoušce byl testován vliv agrouhlí nasyceného živinami v podobě kapalného hnojiva na výnos jarní pšenice a následné plodiny kukuřice.

Cíle zkoušky: zjistit, jak dostupné jsou živiny aplikované ve směsi s agrouhlím

Hypotézy a očekávané výsledky:

Minerální živiny aplikované ve formě agrouhlí nasyceného kapalným minerálním hnojivem zvýší výnos plodiny.

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

Délka trvání zkoušky: vegetační rok 2019 - 2020

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

2. Chemické složení použitého hnojiva a agrouhlí

- Jako zdroj minerálních živin bylo v obou letech pokusu použito kapalné hnojivo **NP 8-24**, které obsahuje 8 % N a 10,5 % P.
- **Agrouhlí** je vyrobeno z dřevního odpadu z těžby při teplotě 800 °C, doba zdržení 35 min. Analýzy agrouhlí byly provedeny v NRL ÚKZÚZ Plzeň a Opava v dubnu 2016. Výsledky základních chemických analýz jsou shrnuty v tab. 1.

Tab. 1 Základní chemické analýzy agrouhlí, obsah živin a rizikových prvků

Parametry	agrouhlí
Sušina (%)	98,20
Spalitelné látky v sušině (%)	89,98
Hodnota pH v H ₂ O	10,69
Vodivost (mS cm ⁻¹), poměr navážky k objemu roztoku 1:25	0,74
N celkový organický v sušině (%)	0,46
C celkový (%)	84,40
C:N	201,1
P celkový v sušině (%)	0,12
K celkový v sušině (%)	0,71
Mg celkový v sušině (%)	0,23
Ca celkový v sušině (mg kg ⁻¹)	2,25

Obsah rizikových prvků ve všech testovaných výrobcích/materiálech splňuje zákonem stanovené limity (mg kg⁻¹): kadmium 1,0; olovo 10; rtuť;1,0; arsen 20; chrom 50.

Výrobce agrouhlí: Biouhel.cz s.r.o

Materiál pro založení zkoušky poskytl zdarma p. Jan Káňa

Výrobce kapalného hnojiva: Lovochemie a. s., Lovosice

3. Vlastnosti použité půdy

K založení zkoušky byla požitá ručně odebraná svrchní vrstva ornice z lokality Zbýšov (49.1315611N, 16.8127056E) - černozem (tab. 2).

Tab. 2: 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
Zbýšov	7,8	45,5	217,3	818,4	7894
	alkalická	nízký	dobrý	velmi vysoký	velmi vysoký

4. Zkušební plodiny:

1. rok: Pšenice jarní (*Triticum aestivum*) - odrůda Anabel

2. rok: Kukuřice (*Zea mays*) – odrůda Pesandor

5. Dávky hnojiv a schéma vegetační nádobové zkoušky

Schéma vegetační zkoušky a dávky hnojiv jsou uvedeny v tabulce 3. V tabulce 4 je uvedeno schéma aplikace hnojiv do nádob.

Tab. 3: Schéma vegetační nádobové zkoušky a dávky živin v 1. roce pokusu

Variety hnojení	Počet nádob	dávka N (kg ha ⁻¹)	Použité hnojivo	dávka agrouhlí (t ha ⁻¹)
1. Kontrola	6	0	-	0
2. NP	6	300	NP-roztok 8-24	0
3. Agrouhlí	6	0	-	30
4. Agrouhlí+NP	6	300	NP-roztok 8-24	30

Tab. 4: Schéma aplikace hnojiv do nádob v obou pokusných letech

Variety hnojení	Použité hnojivo	koncentrace roztoku	dávka (ml nádoba ⁻¹)
1. Kontrola	-	-	-
2. NP	NP-roztok 8-24	15 ml/200 ml	200
3. Agrouhlí	-	-	-
4. Agrouhlí+NP	NP-roztok 8-24	15 ml/200 ml	200

6. Způsob hnojení

Aplikace hnojiv: Aplikovaná hnojiva byla v prvním roce zkoušky promíchána s půdou při plnění nádob. Ve druhém roce byla před setím odebrána třetina půdy z nádoby a ke hnojeným variantám byl pod odebranou vrstvou aplikován NP-roztok ve stejné dávce jako v prvním roce. Odebraná zemina byla poté vrácena zpět do nádoby. K nehnojeným variantám byla přidána dávka vody odpovídající dávce roztoku hnojiva. Agrouhří bylo aplikováno pouze při založení zkoušky.

7. Technika založení a průběh zkoušky

Celkový rozsah zkoušky: 1 plodina x 4 varianty x 6 opakování
Celkem 24 vegetačních nádob

Technika provedení pokusu:

- pšenice jarní byla pěstována v plastových nádobách s 10 kg zhomogenizované zeminy
- do každé nádoby bylo 5. 4. 2019 vyseto 28 semen, po vzejití (10. 4. 2019) bylo 18. 4. 2019 provedeno vyjednocení na 21 vyrovnaných rostlin v každé nádobě
- pod každou vegetační nádobou byla umístěna miska pro případné zachycení přebytečné závlivkové vody a navrácení zpět do nádoby
- během vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin, k ochraně proti chorobám a škůdcům byly použity povolené přípravky na ochranu rostlin (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 Complect) na hodnotu 60 % maximální vodní kapacity
- sklizeň byla provedena 10. 7. 2019
- po sklizni byla půda v nádobách homogenizována a kořeny uloženy do spodní části vegetační nádoby
- ve druhém roce pokusu byl v termínu 5. 5. 2020 proveden výsev kukuřice, do každé nádoby nádob bylo vyseto 9 semen. Po vzejití (12. 5. 2020) bylo dne 18. 5. 2020 provedeno vyjednocení na 4 vyrovnané rostliny v každé nádobě
- během vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin, k ochraně proti bzunce ječné byl 21. 5. 2020 aplikován přípravek Karate Zeon (0,1 %)
- sklizeň byla provedena 10. 8. 2020.

Tab. 5. Přípravky použité k ochraně proti chorobám a škůdcům pšenice jarní

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	18. 6. 2019	0,3	mšice, kohoutek
Pirimor	25. 6. 2019	0,2	mšice

Hodnocené parametry:

- měření chlorofylu N testerem ve třicetidenních intervalech
- výnos zrna a slámy pšenice, výnos sušiny kukuřice, ze všech opakování a všech variant
- obsah N v sušině sklizených produktů, ze všech opakování a všech variant

Statistické vyhodnocení

Rozdíly mezi jednotlivými variantami pokusu byly testovány s využitím jednofaktorové analýzy variance s následným mnohonásobným porovnáním pomocí Tukeyho testu. Ke statistickému zpracování dat byl použit program Statistica 13.

8. Výsledky

8.1 Výnosy

Výnos zrna a slámy pšenice jarní v 1. roce pokusu

NP hnojení průkazně zvýšilo výnos zrna i slámy pšenice ve srovnání s kontrolou. Výnos hnojených variant byl srovnatelný při samostatné aplikaci hnojiva i při jeho kombinaci s agrouhlím (tab. 6). Výnos po přidavku agrouhlí bez hnojení se nelišil od výnosu kontrolní varianty.

Tab. 6: Výnos zrna a slámy pšenice jarní

Varianty hnojení	Výnos zrna t ha ⁻¹	Relativní srovnání (%)	Výnos slámy t ha ⁻¹	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola	3,2a	100	5,6a	100
2. NP	8,8b	272	11,3b	201
3. Agrouhlí	2,3a	72	4,3a	76
4. Agrouhlí+NP	8,6b	265	11,4b	203

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, p <0,05.

Výnos sušiny kukuřice ve 2. roce pokusu

NP hnojení průkazně zvýšilo výnos sušiny ve srovnání s kontrolou. Varianta s přidavkem samotného agrouhlí se nelišila od kontroly. Výnos sušiny po aplikaci hnojiva a agrouhlí byl průkazně vyšší než výnos kontrolní varianty, ale současně byl průkazně nižší, než u varianty hnojené minerálním hnojivem (tab. 7).

Tab. 7: Výnos sušiny kukuřice

Varianty hnojení	Výnos sušiny t ha ⁻¹	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola	5,6a	100
2. NP	30,7c	552
3. Agrouhlí	4,2a	75
4. Agrouhlí+NP	25,6b	461

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, p <0,05.

8.2 Obsah N v rostlinách

Obsah N v zrna a slámě pšenice jarní v 1. roce pokusu

Přídavek agrouhlí bez hnojiva neměl průkazný vliv na obsah N v zrna ani ve slámě (tab. 8). Aplikace hnojiva s agrouhlím průkazně zvýšila obsah N v zrna i ve slámě ve srovnání s kontrolou. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána po přidavku hnojiva bez agrouhlí a průkazně převyšovala obsah N po aplikaci hnojiva s agrouhlím.

Tab. 8: Obsah N v zrnu a slámě pšenice jarní

Variety hnojení	Obsah N v zrnu (%)	Relativní srovnání (%)	Obsah N ve slámě (%)	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola	1,2a	100	0,2a	100
2. NP	2,5c	203	0,6c	275
3. Agrouhlí	1,2a	100	0,2a	97
4. Agrouhlí+NP	2,3b	186	0,5b	227

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

Obsah N v sušině kukuřice ve 2. roce pokusu

Přídavek agrouhlí bez hnojiva neměl průkazný vliv na obsah N v sušině (tab. 9). Aplikace hnojiva bez agrouhlí i s agrouhlím průkazně zvýšila obsah N v sušině ve srovnání s kontrolou.

Tab. 9: Obsah N v sušině kukuřice

Variety hnojení	Obsah N v sušině (%)	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola	0,457a	100
2. NP	0,678b	148
3. Agrouhlí	0,503a	110
4. Agrouhlí+NP	0,717b	157

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

8.3 Odběr N výnosem plodin

Odběr dusíku výnosem zrna a slámy pšenice v 1. roce pokusu

Nejvyšší hodnoty odběru dusíku byly zjištěny po aplikaci hnojiva bez agrouhlí a průkazně převyšovaly hodnoty všech ostatních variant (tab. 10). Odběr dusíku po aplikaci hnojiva s agrouhlím byl průkazně nižší, ale průkazně převyšoval odběr naměřený v kontrole a nehnojené variantě s agrouhlím.

Tab. 10: Odběr N výnosem pšenice jarní

Variety hnojení	Odběr N výnosem (kg ha ⁻¹)	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola	47,1a	100
2. NP	265,1c	563
3. Agrouhlí	34,3a	73
4. Agrouhlí+NP	233,3b	495

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

Odběr dusíku výnosem kukuřice ve 2. roce pokusu

Nejvyšší hodnoty odběru dusíku byly zjištěny po aplikaci hnojiva bez agrouhlí a průkazně převyšovaly hodnoty všech ostatních variant (tab. 11). Odběr dusíku po aplikaci hnojiva s agrouhlím byl průkazně nižší, ale průkazně převyšoval odběr naměřený v kontrole a nehnojené variantě s agrouhlím.

Tab. 11: Odběr N výnosem kukuřice

Varianty hnojení	Odběr N výnosem (kg ha ⁻¹)	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola	22,9a	100
2. NP	188,0c	821
3. Agrouhlí	18,8a	82
4. Agrouhlí+NP	165,3b	722

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, p < 0,05.

8.4 Obsah chlorofylu

Obsah chlorofylu v listech pšenice

Během prvního měření (sloupkování) byl obsah chlorofylu v listech zvyšován hnojením i agrouhlím ve srovnání s kontrolou a nejvyšší hodnota byla naměřena po přidavku živinami nasyceného agrouhlí (tab. 12). Také ve druhém měření (metání) byl obsah chlorofylu vyšší při NP hnojení ve srovnání s kontrolou. Byl však pozorován pokles obsahu po přidavku agrouhlí bez hnojiva, a naopak výrazný nárůst po přidavku agrouhlí s hnojivem.

Tab. 12: Obsah chlorofylu v listech pšenice jarní

Varianty hnojení	Počátek sloupkování (relativní jednotky)	Metání (relativní jednotky)
1. Kontrola	387	381
2. NP	429	442
3. Agrouhlí	460	312
4. Agrouhlí+NP	514	670

Obsah chlorofylu v listech kukuřice

Obsah chlorofylu v listech byl 28 a 55 dnů po výsevu zvyšován hnojením a byl v hnojených i nehnojených variantách snižován přidavkem agrouhlí (tab. 13). Při posledním měření byl obsah chlorofylu také nižší po přidavku agrouhlí bez hnojení, v hnojené variantě s přidavkem agrouhlí však byl obsah chlorofylu vyšší než bez agrouhlí.

Tab. 13: Obsah chlorofylu v listech kukuřice

Varianty hnojení	Dny po výsevu		
	28	55	78
1. Kontrola	349	259	84
2. NP	450	504	319
3. Agrouhlí	306	174	25
4. Agrouhlí+NP	384	459	348

9. Závěry

V 1. roce pokusu agrouhlí nemělo průkazný vliv na výnos zrna ani slámy, výnos byl ovlivněn především minerálním hnojením. Agrouhlí průkazně snížilo odběr N plodinou a obsah N v produktech. I když obsah dusíku často znamená vyšší kvalitu rostlinných produktů (např. vyšší pekařská jakost pšenice), s rostoucím obsahem dusíku roste kvalita jen v omezeném rozsahu. A u některých plodin může příliš vysoký obsah dusíku kvalitu snižovat (např. obsah bílkovin v zrně sladovnického ječmene). Cílem pěstování je proto spíše dosažení výnosu při přiměřeném obsahu N v plodině, než maximalizace čerpání dusíku výnosem. Dosažení srovnatelného výnosu při nižší spotřebě dusíku, a tedy větší efektivity využití dusíku, by tak mohlo být přínosem agrouhlí.

Ve 2. roce však agrouhlí snižovalo výnos i odběr dusíku s hnojením i bez hnojení. Agrouhlí zřejmě zpomaluje příjem dusíku, což může omezit jeho nadměrný příjem plodinou, ale přílišné zpomalení může omezit výnos. Předpokládaná větší efektivity využití dusíku při aplikaci s agrouhlím se tak nepotvrdila.

10. Fotodokumentace

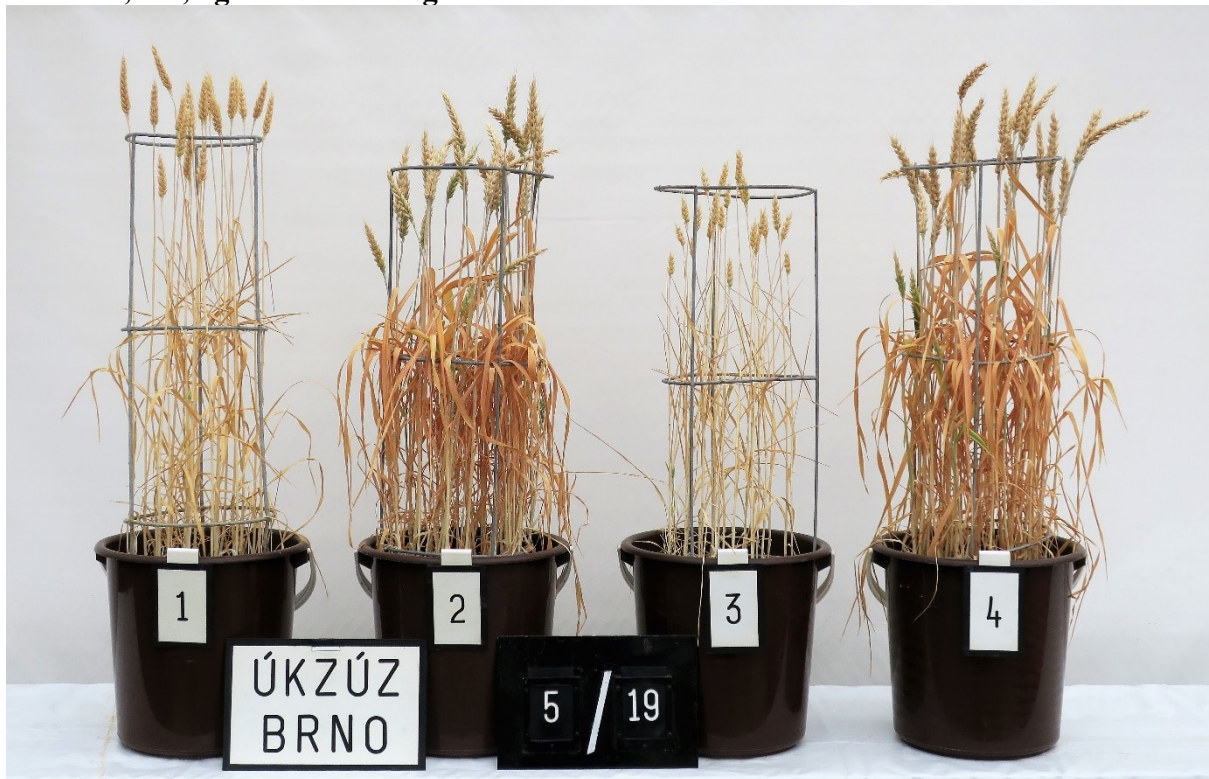
Obr. 1 Rostliny pšenice na počátku sloupkování. Nádoby 1, 2, 3, 4 odpovídají variantám pokusu kontrola, NP, agrouhlí a NP+agrouhlí



Obr. 2 Rostliny pšenice na konci sloupkování. Nádoby 1, 2, 3, 4 odpovídají variantám pokusu kontrola, NP, agrouhlí a NP+agrouhlí



Obr. 3 Rostliny pšenice před sklizní. Nádoby 1, 2, 3, 4 odpovídají variantám pokusu kontrola, NP, agrouhlí a NP+agrouhlí.



Obr. 4 Rostliny kukuřice 5 týdnů po výsevu. Nádoby 1, 2, 3, 4 odpovídají variantám pokusu kontrola, NP, agrouhlí a NP+agrouhlí



Obr. 5 Rostliny kukuřice před sklizní. Nádoby 1, 2, 3, 4 odpovídají variantám pokusu kontrola, NP, agrouhlí a NP+agrouhlí

