

Čj.: UKZUZ 210105/2019

Česká republika—Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
organizační složka státu, se sídlem v Brně

Sekce zemědělských vstupů

Oddělení výživy rostlin



Ověření vlivu Agrouhlí na růst polních plodin a změny půdních vlastností

Zpráva o výsledcích víceleté vegetační nádobové zkoušky za rok 2018

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 2019

1. Úvod

Název zkoušky: Ověření vlivu Agrouhlí na růst polních plodin a změny půdních vlastností

Účel zkoušky: ve vegetační nádobové zkoušce je ověřován vliv Agrouhlí na výnos pěstovaných plodin a změny půdních vlastností. Vlastnosti Agrouhlí se mohou významně lišit v závislosti na postupu výroby, proto jsou testovány dva odlišné produkty. Příklad Agrouhlí je testován na dvou odlišných půdách, a to současně s organickým hnojením i bez hnojení, neboť změny půdních vlastností po aplikaci Agrouhlí mohou být různou půdní úrodností a aplikovaným organickým hnojením značně ovlivněny. Vliv Agrouhlí na výnos a půdní vlastnosti se může významně měnit v čase, proto se účinky Agrouhlí sledují nejméně čtyři roky.

Hypotézy zkoušky:

- a) vliv Agrouhlí na výnos a půdní vlastnosti je větší v lehké a méně kvalitní půdě s nižším obsahem živin a nižším pH
- b) pro pozitivní vliv Agrouhlí na výnos a půdní vlastnosti jsou nezbytné vstupy živin a organické hmoty do půdy ve formě hnojiv a posklizňových zbytků
- c) negativní účinky Agrouhlí na růst a výnos pěstovaných plodin jsou eliminovány v průběhu 1. roku po aplikaci
- d) pozitivní účinky Agrouhlí na pěstované plodiny se projevují v osevním sledu až u následných plodin

Druh zkoušky: čtyřletá vegetační nádobová zkouška byla založena na jaře 2016 ve vegetační hale v Brně

Délka trvání zkoušky: vegetační rok 2016-2019

2. Charakteristika použitého Agrouhlí, popela a organického hnojiva

2.1 Vstupy použité ve vegetační zkoušce

Pro testování vlivu Agrouhlí byly vybrány dva odlišné produkty získané z odlišných materiálů a rozdílným postupem výroby: Agrouhlí I a Agrouhlí II. Pro srovnání byla také zahrnuta varianta s aplikací popela.

Z dostupných informací o Agrouhlí vyplývá, že by jeho vliv na půdu a rostliny mohl být závislý na současném vstupu organické hmoty a živin do půdy. Proto byl srovnáván vliv Agrouhlí v půdě hnojené organickým hnojivem v podobě digestátu a vliv Agrouhlí v půdě nehnojené. Digestát byl použit jako organický zdroj živin pro pěstované plodiny.

2.2 Chemické složení testovaného Agrouhlí a popela

Agrouhlí I: je vyrobeno z dřevního odpadu z těžby při teplotě 800 °C, doba zdržení 35 min

Agrouhlí II: je vyrobeno z anaerobního digestátu kukuřice a celulóзовých vláken při teplotě 470 °C, doba zdržení 25 min

Popel Roštín: popel získaný spalováním slámy

Analýzy Agrouhlí byly provedeny v NRL ÚKZÚZ Plzeň a Opava v dubnu 2016. Údaje o složení popela byly převzaty z etikety. Výsledky základních chemických analýz jsou shrnuty v tab. 2.1, obsah polyaromatických uhlovodíků (PAH) je uveden v tab. 2.2.

Tab. 2.1 Základní chemické analýzy Agrouhlí a popela, obsah živin a rizikových prvků

Parametry	Agrouhlí I	Agrouhlí II	Popel Roštín
Sušina OH (%)	98,2	48,1	-
Spalitelné látky v sušině (%)	90,0	65,4	max. 15
Popel v sušině (%)	10,0	34,6	-
Hodnota pH v H ₂ O	10,7	9,7	max. 0,6
Hodnota pH v CaCl ₂	11,2	9,1	10 - 12
Vodivost (mS.cm ⁻¹), poměr navážky k objemu roztoku 1:25	0,7	0,7	-
N celkový organický v sušině (%)	0,5	1,4	-
C celkový (%)	84,4	62,6	-
C:N	201,1	43,9	-
P celkový v sušině (%)	0,1	0,6	-
K celkový v sušině (%)	0,7	1,7	2,5
Mg celkový v sušině (%)	0,2	0,4	-
Ca celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	2,2	5,3	1,4
Al celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	1739	7165	-
Be celkové v sušině (mg.kg ⁻¹)	0,08	0,1	-
Co celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	2,6	2,488	-
Na celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	2336	409,2	-
Mn celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	2100	174,2	-
Fe celkové v sušině (mg.kg ⁻¹)	1302	3455	-
V celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	4,6	5,7	-
As celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	<1	1,0	-
Cd celkové v sušině (mg.kg ⁻¹)	<0,1	<0,1	-
Cr celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	17,5	26,9	-
Cu celková v sušině (mg.kg ⁻¹)	15,2	25,4	-
Hg celková v sušině (mg.kg ⁻¹)	<0,005	0,006	-
Mo celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	<0,2	1,8	-
Ni celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	12,2	14,7	-
Pb celkové v sušině (mg.kg ⁻¹)	<1,5	7,4	-
Zn celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	18,5	73,9	-

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.

Tab. 2.2 Obsah polyaromatických uhlovodíků ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny) v testovaném Agrouhlí

Analyt ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny)	Agrouhlí I	Agrouhlí II
Naftalen	6,2	380
Acenaftylen	<20	49,7
Acenaften	<5	<5
Fluoren	5,8	37,7
Fenantren	10,6	97,7
Antracen	<2	13,4
Ffluoranten	6,5	31,4
Pyren	5,0	25,2
Benzo(a)pyren	<3	<3
Chrysen	5,9	6,6
Benzo(b)fluoranten	<3	3,3
Benzo(k)fluoranten	<2	<2
Benzo(a)pyren	<3	<3
Dibenzo(ah)antracen	<3	<3
Benzo(ghi)perylene	<5	<5
Indeno(1,2,3-cd) pyren	<10	<10

2.3 Chemické složení digestátu

Digestát pro hnojení pocházel z bioplynové stanice zemědělské společnosti Lípa u H. Brodu. Analýzy byly provedeny v NRL ÚKZÚZ Plzeň v březnu 2018 (tab. 2.3).

Tab. 2.3 Chemické složení digestátu

Parametr	Hodnota v sušině
sušina OH (%)	9,0
spal. látky (%)	72,3
N celkový (%)	5,5
pH	8,1
K (%)	3,6
P (%)	1,0

Obsah rizikových prvků splňuje zákonem stanovené limity v mg.kg^{-1} sušiny: arsen 20; kadmium 2; chrom 100; měď 250; rtuť 1,0; molybden 20; nikl 50; olovo 100; zinek 1200.

3. Půdy použité k založení zkoušky

Jedním z cílů zkoušky je zjistit, zda je vliv Agrouhlí větší v méně úrodné, lehčí půdě s nižší hodnotou pH než v půdě s lepšími parametry půdní úrodnosti. Proto byly k založení zkoušky vybrány dvě půdy s rozdílnými vlastnostmi: ručně odebraná svrchní vrstva ornice z lokality Šlapanice u Brna ($49^{\circ}10'07.1''\text{N}$ $16^{\circ}43'38.3''\text{E}$ – hlinitá půda typu černozem), která představuje úrodnější půdu v porovnání s lehčí a méně úrodnou půdou z lokality Žabčice ($49^{\circ}00'41.8''\text{N}$ $16^{\circ}36'09.3''\text{E}$ – písčité půdy). Agrochemické vlastnosti použitých půd jsou uvedeny v tab. 3.1.

Tab. 3.1 Agrochemické vlastnosti půd použitých k založení zkoušky

Půda	půdní reakce pH/CaCl ₂	CaCO ₃	obsah živin ve výluhu Mehlich 3 (mg.kg ⁻¹) a hodnocení dle kritérií			
			P	K	Mg	Ca
Šlapanice	7,2	nevápnitá	93,1	454	350	4000
	neutrální		dobrý	velmi vysoký	velmi vysoký	vysoký
Žabčice	5,4	nevápnitá	72,0	105,1	97	1391
	kyselá		vyhovující	nízký	nízký	vyhovující

Půda	Obsah mikroelementů ve výluhu Mehlich 3 (mg.kg ⁻¹)				
	Cu	Zn	Fe	Mn	B
Šlapanice	4,5 S	4,3 S	346,0 S	133,5 S	1,8 V
Žabčice	1,2 N	2,0 N	159,4 S	53,8 S	<0,50 N

Hodnocení mikroelementů: N nízký, S střední, V vysoký

4. Způsob a dávky hnojení

1. Aplikace Agrouhlí a popele:

Popel byl aplikován při založení pokusu v celkové dávce 1 t.ha⁻¹.

Agrouhlí I bylo aplikováno při založení pokusu v celkové dávce, která pro jednotlivé varianty přídatku Agrouhlí odpovídala 0,5; 3 a 30 t.ha⁻¹.

Agrouhlí II bylo aplikováno při založení pokusu v celkové dávce, která pro jednotlivé varianty přídatku Agrouhlí odpovídala 0,5; 3 a 30 t.ha⁻¹.

Aplikovaný popel a Agrouhlí bylo vždy promícháno s celým objemem půdy v každé pokusné nádobě.

2. Aplikace digestátu ve 3 pokusném roce:

Digestát byl aplikován před výsevem řepky v celkové dávce 31 g na nádobu, což odpovídá hektarové dávce hnojiva 7,5 t.ha⁻¹ což je celkem 30 kg N ha⁻¹. Množství bylo stanoveno na základě obsahu dusíku v sušině digestátu. Vzhledem ke značnému vyčerpání živin předplodinami byly v hodnoceném roce hnojeny i nehnojené varianty stejnou dávkou jako hnojené. Ke hnojeným i nehnojeným rostlinám byl během vegetace aplikován digestát v dávce odpovídající 40 kg N.ha⁻¹ v rámci regeneračního hnojení a dále 70 kg N.ha⁻¹ v rámci produkčního hnojení, což odpovídá celkové hektarové dávce dusíku 140 kg.ha⁻¹.

Tab. 4.1 Schéma aplikace digestátu ke hnojeným plodinám v jednotlivých letech

Plodina	Celková dávka (t.ha ⁻¹)	Před výsevem (t.ha ⁻¹)	Během vegetace (t.ha ⁻¹)	Celková dávka (g na 1 nádobu)	Před výsevem (g na 1 nádobu)	Během vegetace (g na 1 nádobu)
1.rok Kukuřice	55	55	0	230	230	0
2.rok Pšenice ozimá	46	8	38	188	32	156
3.rok: Řepka ozimá	29,5	7,5	22	122	31	91

Schéma vegetační nádobové zkoušky: Ve vegetační zkoušce byl porovnáván vliv Agrouhlí na plodiny a půdu ve dvou různých půdách. V každé půdě byla testována aplikace dvou typů Agrouhlí ve třech různých dávkách. Agrouhlí bylo aplikováno do půdy současně hnojené organickým hnojivem a do půdy nehnojené. Celkově bylo založeno 15 variant pokusu ve dvou různých půdách (tab. 4.2).

Tab. 4.2 Schéma vegetační nádobové zkoušky a plánované dávky Agrouhlí a digestátu

Půda	č. varianty	varianty	Dávky hnojiv (t.ha ⁻¹)				
			Agrouhlí/popel	Digestát			
			1. rok (2016)	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok
Žabčice	1	Nehnojená kontrola	0	0	0	0	0
	2	Hnojená kontrola	0	56	40	40	50
	3	Popel – Roštín	1	56	40	40	50
	4	Agrouhlí I	0,5	0	0	0	0
	5	Agrouhlí I	3	0	0	0	0
	6	Agrouhlí I	30	0	0	0	0
	7	Agrouhlí I	0,5	56	40	40	50
	8	Agrouhlí I	3	56	40	40	50
	9	Agrouhlí I	30	56	40	40	50
	10	Agrouhlí II	0,5	0	0	0	0
	11	Agrouhlí II	3	0	0	0	0
	12	Agrouhlí II	30	0	0	0	0
	13	Agrouhlí II	0,5	56	40	40	50
	14	Agrouhlí II	3	56	40	40	50
	15	Agrouhlí II	30	56	40	40	50
Šlapanice	1	Nehnojená kontrola	0	0	0	0	0
	2	Hnojená kontrola	0	56	40	40	50
	3	Popel – Roštín	1	56	40	40	50
	4	Agrouhlí I	0,5	0	0	0	0
	5	Agrouhlí I	3	0	0	0	0
	6	Agrouhlí I	30	0	0	0	0
	7	Agrouhlí I	0,5	56	40	40	50
	8	Agrouhlí I	3	56	40	40	50
	9	Agrouhlí I	30	56	40	40	50
	10	Agrouhlí II	0,5	0	0	0	0
	11	Agrouhlí II	3	0	0	0	0
	12	Agrouhlí II	30	0	0	0	0
	13	Agrouhlí II	0,5	56	40	40	50
	14	Agrouhlí II	3	56	40	40	50
	15	Agrouhlí II	30	56	40	40	50

Poznámka: dávky digestátu ve 2.–4. pokusném roce mohou být upraveny podle aktuálního stavu pěstovaných plodin

5. Technika založení a průběh zkoušky

Počet opakování: Udává počet vegetačních nádob v každé kombinaci hnojení: všechny plodiny 8 x

Celkový rozsah zkoušky: 15 x 8 x 2 = 240 vegetačních nádob

Zkoušená plodina v roce 2018 (3. rok zkoušky): řepka ozimá, odrůda Vapiano

Technika provedení pokusu:

- po sklizni předplodiny byla zemina zhomogenizována, kořeny uloženy do spodní části nádoby a před výsevem byla v termínu 9. 8. 2017 aplikována 1. dávka digestátu dle varianty hnojení. Vzhledem k vyčerpání živin předchozími plodinami bylo hnojení provedeno u všech variant v dávkách, které odpovídaly plánované dávce ke hnojeným variantám
- do každé nádoby bylo vyseto 28 semen
- regenerační hnojení bylo provedeno po rozmrznutí půdy 3. 4. 2018
- vyjednocení na 5 vyrovnaných rostlin v každé nádobě bylo provedeno po přezimování (6. 4. 2018)
- produkční hnojení bylo provedeno 16. 4. 2019
- pod každou vegetační nádobou byla umístěna miska pro zachycení přebytečné závlivkové vody
- 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
- během vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin, podle potřeby byly použity povolené přípravky na ochranu rostlin (tab. 5)
- bylo prováděno vegetační pozorování, zejména rozdíly v nástupu do hlavních fenologických fází a morfologie rostlin u jednotlivých variant hnojení
- sklizeň byla provedena 27. 6. 2018

Tab. 5.1 Přípravky na ochranu rostlin pšenice použité v průběhu zkoušky

Přípravek	datum	koncentrace (%)	Škodlivý činitel
Nurelle	8.9.2017	0,2	dřepčík
Prosaro	6.10.2017	0,1	fomová hniloba
Nurelle	10. 4. 2018	0,2	blýskáček
Pictor	20. 4. 2018	0,05	hlízenka
Pictor	30. 4. 2018	0,05	hlízenka
Flexi	5. 6. 2018	0,1	otevírání šešulí

Hodnocené parametry:

Výnos:

po sklizni byl stanoven **výnos semene a slámy**.

Analýzy rostlin:

na vzduchu vysušené vzorky rostlin byly rozemlety a použity k analýzám.

- **Obsah N, P, K, Mg, Ca** ve sklizené biomase rostlin byl stanoven ve vzorku mineralizovaném mokrou cestou směsí kyseliny sírové, H₂O₂ a Se (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40020.1 dle Zbírala a kol., 2014). Obsah N byl stanoven metodou dle Kjehldala, (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40053.1 dle Zbírala a kol., 2014), obsah P, K, Mg a Ca byl stanoven metodou ICP-OES (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40090.1 dle Zbírala a kol., 2014).
- **Obsah mikroprvků a rizikových prvků** byl stanoven ve vzorku mineralizovaném v uzavřeném mikrovlnném systému (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40032.1 dle Zbírala a kol., 2014), s využitím metody ICP-MS (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ

č. 40224.1 dle Zbírala a kol., 2014). **Obsah rtuti** byl stanoven atomovou absorpční spektrofotometrií (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40190.1 dle Zbírala a kol., 2014).

- **Obsah PAH** byl stanoven metodou HPLC (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40260.1 dle Zbírala a kol., 2014).

Analýzy půdy: po sklizni rostlin kukuřice byly odebrány vzorky půdy.

- **Obsah oxidovatelného uhlíku** byl stanoven metodou NIRS (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30980.1 dle Zbírala a kol., 2011)
- **Kationtová výměnná kapacita (KVK) a obsah výměnných kationtů** byly stanoveny v extraktu půdy roztokem BaCl₂ (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30230.1 dle Zbírala a kol., 2016). Obsah jednotlivých prvků byl stanoven metodou ICP-OES (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30500.1 dle Zbírala a kol., 2011). Výpočet KVK a stupně nasycení byl proveden dle Zbírala a kol. 2016 Jednotným pracovním postupem 30235.1. Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30234.1 dle Zbírala a kol., 2016 byl použit ke stanovení výměnné acidity titrací.
- **Elektrická vodivost** byla stanovena konduktometricky (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30060.1 dle Zbírala a kol., 2016)
- **Obsah P, K, Mg a Ca** byl stanoven ve výluhu dle Mehliche 3 (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).
- **Obsah polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH)** byl stanoven metodou HPLC (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30660.1 dle Zbírala a kol., 2011)

Statistické vyhodnocení výsledků

Rozdíly mezi jednotlivými kombinacemi byly testovány s využitím jednofaktorové analýzy variance s následným mnohonásobným porovnáním pomocí Tukeyova testu. Zvolená hladina průkaznosti byla 0,05. Ke statistickému zpracování dat byl použit program Statistica 13.

6. Výsledky

6.1 Výnos semene a slámy řepky

Pro zjednodušení byly výsledky rozděleny na varianty s přidavkem Agrouhlí I a varianty s přidavkem Agrouhlí II. Vliv obou typů Agrouhlí byl testován odděleně (tab. 6.1, tab. 6.2) a zvlášť pro každou půdu. Rozdělení výsledků je patrné z tab. 6.1–6.4. V tab. 6.1 a 6.2 jsou uvedeny výnosy zrna a slámy pšenice pěstované v půdě Žabčice s přidavky Agrouhlí I (tab. 6.1) a Agrouhlí II (tab. 6.2). V tab. 6.3 a 6.4 jsou uvedeny výnosy zrna a slámy pšenice pěstované v půdě Šlapanice s přidavky Agrouhlí I (tab. 6.3) a Agrouhlí II (tab. 6.4).

V půdě Žabčice nebyly zaznamenány průkazné rozdíly mezi výnosem hnojené a nehnojené kontroly. V hodnoceném roce byly hnojeny stejnou dávkou všechny varianty pokusu, což pravděpodobně snížilo rozdíly v dostupnosti živin v jinak odlišně hnojených půdách. Byly však zaznamenány rozdíly mezi variantami po přidavku odlišných dávek Agrouhlí. Výnos semene byl neprůkazně zvyšován nejnižší dávkou Agrouhlí I v půdě varianty hnojené v hodnoceném roce a původně nehnojené, kde dosahoval nejvyšších hodnot ze všech variant hnojených i nehnojených. Průkazně však převyšoval pouze výnos nehnojené varianty s nejvyšší dávkou Agrouhlí I, ve které byl výnos naopak nejnižší. Ostatní rozdíly byly neprůkazné. Na výnos slámy nemělo Agrouhlí I průkazný vliv.

Agrouhlí II nemělo vliv na výnos semene v půdě Žabčice. Výnos slámy byl průkazně vyšší u varianty s přidavkem popela, která dosahovala nejvyššího výnosu, ve srovnání s hnojenou variantou s přidavkem nejvyšší dávky Agrouhlí II, kde byl zaznamenán nejnižší výnos. Ostatní rozdíly byly neprůkazné.

Také v půdě Šlapanice byl nejvyšší výnos semene řepky zaznamenán u nehnojené varianty s nejnižší dávkou Agrouhlí I ($0,5 \text{ t ha}^{-1}$), kde byl průkazně vyšší než po přidavku Agrouhlí v nejvyšších dávkách (30 t ha^{-1}), významně se však nelišil od ostatních variant. Nejvyšší dávka Agrouhlí v nehnojené variantě naopak snížila průkazně výnos i ve srovnání s většinou ostatních variant. Také výnos slámy byl přidavkem nejvyšší dávky Agrouhlí výrazně snižován a byl průkazně nižší než výnos ve všech hnojených variantách. Samotné hnojení však výnos průkazně neovlivnilo.

Nejvyšší dávka Agrouhlí II v půdě hnojené varianty neprůkazně zvyšovala výnos semene ve srovnání s hnojenou kontrolou a průkazně ve srovnání s nehnojenými variantami s přidavkem Agrouhlí II. Přidávky Agrouhlí do půdy nehnojených variant snižovaly výnos, pokles výnosu však byl průkazný pouze mezi hnojenou kontrolou a nehnojenou variantou s přidavkem Agrouhlí v dávce 3 t ha^{-1} . Ostatní rozdíly byly neprůkazné.

Výnos slámy v půdě Šlapanice byl snižován přidavky Agrouhlí v půdě hnojených i nehnojených variant. Průkazný pokles byl zaznamenán u hnojené varianty s nejvyšší dávkou Agrouhlí ve srovnání s hnojenou kontrolou.

Z výsledků vyplývá, že i nízké dávky Agrouhlí, především v případě Agrouhlí I, mohou mít vliv na výnos a výnos byl aplikací nízkých dávek ($0,5 - 3 \text{ t ha}^{-1}$) často zvyšován. Další zvýšení dávky Agrouhlí však nemusí výnos dále zvyšovat, ale může ho naopak snížit.

Vliv Agrouhlí na výnos nebyl příliš v souladu s vlivem na půdní vlastnosti, který byl pozorován v předchozích letech. Nárůst obsahu některých živin s rostoucí dávkou Agrouhlí současně nezvyšoval výnos. Příčinou může být omezení dostupnosti některých prvků po reakci s Agrouhlem. Agrouhlí např. snižuje dostupnost Mn a v méně hnojené půdě odběr N.

Tab. 6.1 Výnos semene a slámy řepky, půda Žabčice s přidavkem Agrouhlí I

Varianty hnojení	Výnos semene (g.nádoba ⁻¹)	Relativní srovnání (%)	Výnos slámy (g.nádoba ⁻¹)	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola nehnojená	8,1ab	100	12,4a	100
2. Kontrola hnojená	9,1ab	113	14,1a	114
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha^{-1} +DG	9,0ab	112	15,4a	124
4. Agrouhlí I - $0,5 \text{ t.ha}^{-1}$	9,4a	116	13,6a	109
5. Agrouhlí I - 3 t.ha^{-1}	7,6ab	95	14,5a	117
6. Agrouhlí I - 30 t.ha^{-1}	7,3b	91	13,3a	108
7. Agrouhlí I - $0,5 \text{ t.ha}^{-1}$ +DG	9,1ab	113	14,1a	114
8. Agrouhlí I - 3 t.ha^{-1} +DG	8,4ab	104	14,0a	113
9. Agrouhlí I - 30 t.ha^{-1} +DG	8,3ab	103	14,7a	119

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.2 Výnos semene a slámy řepky, půda **Žabčice** s přidavkem **Agrouhlí II**

Varianty hnojení	Výnos semene (g.nádoba ⁻¹)	Relativní srovnání (%)	Výnos slámy (g.nádoba ⁻¹)	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola nehnojená	8,1a	100	12,4ab	100
2. Kontrola hnojená	9,1a	113	14,1ab	114
3. Popel ROŠTÍN 1t ha ⁻¹ +DG	9,0a	112	15,4a	124
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	8,3a	103	14,2ab	114
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	8,2a	101	14,2ab	115
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	8,7a	108	13,0ab	105
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	9,1a	113	14,6ab	117
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	8,6a	107	14,1ab	113
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	8,5a	106	12,7b	102

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.3 Výnos semene a slámy řepky, půda **Šlapanice** s přidavkem **Agrouhlí I**

Varianty hnojení	výnos semene (g.nádoba ⁻¹)	Relativní srovnání (%)	Výnos slámy (g.nádoba ⁻¹)	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola nehnojená	10,7ab	100	16,7ab	100
2. Kontrola hnojená	11,3ab	105	17,6a	105
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	10,7ab	100	17,8a	106
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	12,2a	114	15,8ab	95
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	9,6b	90	16,4ab	98
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	8,6b	80	14,8b	88
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	11,4ab	106	18,1a	109
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	11,6a	108	17,5a	105
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	11,8a	110	17,3a	103

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.4 Výnos semene a slámy řepky, půda Šlapanice s přidavkem Agrouhlí II

Variety hnojení	Výnos semene (g.nádoba ⁻¹)	Relativní srovnání (%)	Výnos slámy (g.nádoba ⁻¹)	Relativní srovnání (%)
1. Kontrola nehnojená	10,7ab	100	16,7ab	100
2. Kontrola hnojená	11,3ab	105	17,6ab	105
3. Popel ROŠTÍN 1t.ha ⁻¹ +DG	10,7ab	100	17,8a	106
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	9,7b	91	15,7ab	94
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	9,4c	88	15,2b	91
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	9,5b	89	16,1ab	96
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	10,2a	95	17,0ab	102
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	11,1a	103	16,1ab	96
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	11,7a	109	14,9c	89

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

DG – varianty hnojené digestátem

6.2 Obsah živin ve sklizených produktech

Vliv Agrouhlí I a hnojení na obsah N, P, Mg a Ca v semenu rostlin řepky pěstovaných v půdě Žabčice byl neprůkazný (tab. 6. 5). Obsah K v rostlinách byl průkazně vyšší v hnojených variantách. V nehnojených variantách průkazně zvyšovala obsah K v semenu aplikace nejvyšší dávky Agrouhlí I zhruba na úroveň hnojených variant.

Také aplikace Agrouhlí II v dávkách 3 t ha⁻¹ a 30 t ha⁻¹ (tab. 6.6) zvyšovala obsah K na úroveň hnojených variant. Rostoucí dávka Agrouhlí II zvyšovala obsah Ca v semenu rostlin v nehnojených variantách. Rozdíl byl průkazný při dávce Agrouhlí 30 t ha⁻¹. Obsah ostatních prvků nebyl příliš ovlivněn hnojením ani Agrouhlím.

Agrouhlí I i hnojení mělo omezený vliv na obsah N, K a Ca ve slámě řepky v půdě Žabčice (Tab. 6.7). Obsah P a Mg ve slámě byl průkazně snížen v každoročně hnojené půdě s přidavkem Agrouhlí I na úrovni 3 t ha⁻¹. Vliv Agrouhlí II na obsah živin ve slámě byl malý (tab. 6.8).

Na obsah N, P, Mg a Ca v semeni v půdě Šlapanice mělo hnojení i Agrouhlí I jen malý vliv (Tab. 6.9). Obsah K byl v nehnojených variantách neprůkazně zvyšován nejnižší dávkou Agrouhlí I. Přídavek Agrouhlí I v dávce 3 a 30 t ha⁻¹ zvýšil průkazně obsah K v semeni rostlin v hnojených variantách ve srovnání s nehnojenými kromě varianty s nejnižší dávkou Agrouhlí I.

Přídavek Agrouhlí II měl v půdě Šlapanice jenom malý vliv na obsah živin v semeni (Tab. 6.10).

Obsah dusíku ve slámě byl průkazně vyšší v půdě Šlapanice pravidelně hnojené digestátem s přidavkem Agrouhlí I v dávce 3 t ha⁻¹ než v nehnojených variantách s přidavky Agrouhlí I (tab. 6.11). Obsah P byl vyšší u hnojených variant, nejvyšších hodnot dosahoval obsah P v hnojené kontrole a hnojené variantě s Agrouhlím I v dávce 3 t ha⁻¹ kde průkazně převyšoval obsah P ve slámě nehnojených variant. Obsah Mg byl vyšší u hnojených variant než u kontroly a nehnojených variant s Agrouhlím, pouze hnojená varianta s nejvyšší dávkou Agrouhlí měla

obsah Mg ve slámě podobný, jako u nehnojených variant. Obsah Ca byl průkazně vyšší v hnojené kontrole než v hnojené variantě s nejvyšší dávkou Agrouhlí I, ostatní rozdíly byly neprůkazné.

Agrouhlí II nemělo vliv na obsah N a K ve slámě (tab. 6.12). Nejvyšší obsah P byl zaznamenán u hnojené kontroly a průkazně převyšoval ostatní varianty kromě hnojených variant s přidavky Agrouhlí II v dávkách 0,5 a 3 t ha⁻¹. Obsah Mg ve slámě byl u nehnojených variant průkazně snižován nejvyšší dávkou Agrouhlí II. Také u hnojených variant byl pozorován průkazný pokles obsahu Mg po přidavku nejnižší a nejvyšší dávky Agrouhlí II. Obsah Ca byl v hnojených variantách nižší po přidavku Agrouhlí, rozdíl mezi kontrolou a nejnižší dávkou Agrouhlí II byl průkazný.

Tab. 6.5 Obsah živin v semenu řepky, půda **Žabčice** s přidavky **Agrouhlí I** (% sušiny)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	2,7a	0,8a	0,4b	0,3a	0,5a
2. Kontrola hnojená	2,7a	0,8a	0,8a	0,3a	0,4a
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	2,7a	0,8a	0,8a	0,3a	0,4a
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	2,6a	0,8a	0,5b	0,3a	0,5a
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	2,6a	0,8a	0,4b	0,3a	0,5a
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	2,7a	0,8a	0,7a	0,3a	0,5a
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	2,8a	0,8a	0,8a	0,3a	0,4a
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	2,8a	0,8a	0,8a	0,3a	0,4a
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	2,7a	0,8a	0,7a	0,3a	0,5a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.6 Obsah živin v semenu řepky, půda **Žabčice** s přidavky **Agrouhlí II** (% sušiny)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	2,7a	0,8a	0,4a	0,3a	0,4b
2. Kontrola hnojená	2,7a	0,8a	0,8b	0,3a	0,4b
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	2,7a	0,8a	0,8b	0,3a	0,4b
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	2,8a	0,8a	0,5a	0,4a	0,4b
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	2,8a	0,8a	0,8b	0,3a	0,5ab
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	2,6a	0,8a	0,7b	0,3a	0,5a
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	2,6a	0,8a	0,8b	0,3a	0,5b
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	2,8a	0,8a	0,7b	0,3a	0,4b
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	2,7a	0,8a	0,7b	0,3a	0,5ab

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.7 Obsah živin ve slámě řepky, půda **Žabčice** s přidavky **Agrouhlí I** (% sušiny)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	0,6a	0,2ab	3,3a	0,1	1,1a
2. Kontrola hnojená	0,7a	0,3a	3,5a	0,1a	1,1a
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	0,6a	0,2ab	3,2a	0,1a	1,1a
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	0,7a	0,2ab	3,3a	0,1ab	1,1a
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	0,6a	0,2ab	3,1a	0,2a	1,2a
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	0,6a	0,2ab	3,0a	0,2a	1,1a
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	0,6a	0,2ab	3,4a	0,1ab	1,1a
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	0,5a	0,2b	3,0a	0,1b	1,0a
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	0,7a	0,3a	2,9a	0,1a	1,2a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.8 Obsah živin ve slámě řepky, půda **Žabčice** s přidavky **Agrouhlí II** (% sušiny)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	0,6a	0,2a	3,3a	0,1a	1,1a
2. Kontrola hnojená	0,7a	0,3ab	3,5a	0,1a	1,1a
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	0,6a	0,2ab	3,2a	0,1a	1,1a
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	0,7a	0,2ab	3,3a	0,2a	1,1a
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	0,6a	0,2ab	3,3a	0,1a	1,2a
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	0,6a	0,2ab	3,0a	0,1a	1,3a
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	0,7a	0,3ab	3,4a	0,2a	1,3a
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	0,7a	0,3b	3,6a	0,1a	1,3a
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	0,6a	0,2ab	2,8a	0,1a	1,3a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.9 Obsah živin v semenu řepky, půda **Šlapanice** s přidavky **Agrouhlí I** (% sušiny)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	2,6a	0,8a	0,6b	0,3a	0,6a
2. Kontrola hnojená	2,6a	0,7a	0,7a	0,3a	0,5a
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	2,7a	0,8a	0,7a	0,3a	0,5a
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	2,5a	0,7a	0,7a	0,3b	0,6a
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	2,5a	0,7a	0,6b	0,3b	0,5a
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	2,6a	0,7a	0,6b	0,3b	0,5a
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	2,6a	0,7a	0,6a	0,3a	0,5a
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	2,6a	0,8a	0,7a	0,3a	0,6a
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	2,5a	0,7a	0,7a	0,3a	0,5a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.10 Obsah živin v semenu řepky, půda **Šlapanice** s přidavky **Agrouhlí II** (% sušiny)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	2,6a	0,8a	0,6a	0,3a	0,6a
2. Kontrola hnojená	2,6a	0,7a	0,6a	0,3a	0,5a
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	2,7a	0,8a	0,7a	0,3a	0,5a
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	2,5a	0,7a	0,7a	0,3a	0,5a
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	2,5a	0,7a	0,6a	0,3a	0,5a
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	2,6a	0,8a	0,6a	0,3a	0,5a
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	2,7a	0,7a	0,6a	0,3a	0,5a
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	2,7a	0,8a	0,6a	0,3a	0,5a
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	2,6a	0,7a	0,6a	0,3a	0,6a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.11 Obsah živin ve slámě řepky, půda **Šlapanice** s přidavky **Agrouhlí I** (% sušiny)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	0,6ab	0,2ab	2,6a	0,2ab	1,4ab
2. Kontrola hnojená	0,7ab	0,3a	2,9a	0,2a	1,6a
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	0,6ab	0,2ab	2,9a	0,2ab	1,3ab
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	0,5b	0,1b	2,8a	0,2b	1,4ab
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	0,6b	0,1b	2,8a	0,2ab	1,5ab
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	0,6b	0,1b	2,9a	0,1b	1,3ab
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	0,7ab	0,2ab	2,8a	0,2a	1,5ab
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	0,8a	0,2a	2,8a	0,2a	1,4ab
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	0,7ab	0,2ab	3,1a	0,2ab	1,3b

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.12 Obsah živin ve slámě řepky, půda **Šlapanice** s přidavky **Agrouhlí II** (% sušiny)

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

DG – varianty hnojené digestátem

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	0,6a	0,2b	2,6ab	0,2ab	1,4ab
2. Kontrola hnojená	0,7a	0,3a	2,9ab	0,2a	1,6a
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	0,6a	0,2b	2,9ab	0,2a	1,3ab
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	0,6a	0,2b	2,7ab	0,2abc	1,5ab
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	0,6a	0,1b	2,8ab	0,2abc	1,5ab
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	0,5a	0,1b	2,5b	0,1c	1,2ab
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	0,7a	0,2ab	2,9ab	0,2b	1,1b
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	0,7a	0,2ab	3,0ab	0,2ab	1,3ab
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	0,5a	0,1b	2,9a	0,2bc	1,2ab

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

DG – varianty hnojené digestátem

6.3 Odběr živin plodinou

Odběr živin je dán výnosem a obsahem živin ve sklizených produktech, proto může lépe vypovídat o využití živin rostlinami než samotný obsah živin nebo výnos.

V půdě Žabčice byl rozdíl v odběru N, P a K mezi kontrolou hnojenou a nehnojenou neprůkazný. Nejnížší hodnoty odběru byly zjištěny v nehnojené kontrole a v nehnojené variantě s přidavkem nejvyšší dávky Agrouhlí I (tab. 6.13). Naopak nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v hnojené variantě s přidavkem popela (odběr N, P) a nejnižší dávky Agrouhlí I (Odběr K). Rozdíly mezi nejvyššími a nejnižšími hodnotami byly průkazné. Rozdíly v odběru Mg a Ca byly průkazné, ale malé. Zvyšování dávky Agrouhlí tedy snižovalo odběr N, P, K u nehnojených variant, což je v souladu s poklesem výnosu s rostoucí dávkou Agrouhlí I.

Přídavek Agrouhlí II v dávce 0,5 a 3 t ha⁻¹ spolu s pravidelným organickým hnojením průkazně zvýšil odběr N oproti nehnojené kontrole (tab. 6.14). Podobný trend byl zaznamenán také v odběru P. Odběr K byl vyšší po aplikaci Agrouhlí v dávkách 0,5 a 3 t ha⁻¹ v hnojených i nehnojených variantách. Nejvyšší dávka Agrouhlí však odběr naopak snižovala na úroveň nehnojené a hnojené kontroly.

Odběr Mg se nelišil v hnojené a nehnojené kontrole, byl však průkazně vyšší při dávkách Agrouhlí 0,5 a 3 t ha⁻¹ než v nehnojené kontrole. Odběr Ca byl průkazně zvyšován nejnižší dávkou Agrouhlí II v hnojené variantě ve srovnání s kontrolou hnojenou i nehnojenou. Výsledky naznačují, že nejvyšší dávka může omezovat příjem živin, pravděpodobně snižováním jejich dostupnosti. V půdě každoročně hnojené nebyl pokles s rostoucí dávkou Agrouhlí pozorován, což může být vysvětleno vyrovnaním snížené dostupnosti vyšší dávkou živin.

V půdě Šlapanice dosahoval odběr dusíku vyšších hodnot v hnojených variantách než v nehnojených. V nehnojených variantách odběr dusíku klesal s rostoucí dávkou Agrouhlí I a nejvyšší dávka Agrouhlí I průkazně snížila odběr N ve srovnání s hnojenou kontrolou, zatímco nehnojená kontrola se lišila jen neprůkazně (tab. 6.15). Velmi podobný trend byl zaznamenán i v odběru fosforu. Odběr P v nehnojených variantách se snižoval s rostoucí dávkou Agrouhlí I a po nejvyšší dávce Agrouhlí byl průkazně nižší než v nehnojené kontrole. Obsah K byl ovlivněn hlavně hnojením, v nehnojených variantách byl nižší než v hnojené kontrole. Obsah Mg byl průkazně snižován rostoucí dávkou Agrouhlí I v nehnojených variantách ve srovnání s nehnojenou kontrolou a hnojenými variantami.

Přídavek Agrouhlí II v nehnojených variantách v celém rozsahu dávek snížil odběr N ve srovnání s hnojenou kontrolou (tab. 6.16). Nejvyšší odběr P byl zjištěn v hnojené kontrole, v ostatních hnojených variantách byl neprůkazně nižší a nejvyšší dávka Agrouhlí II odběr průkazně snižovala. Také všechny nehnojené varianty měly průkazně nižší odběr P ve srovnání s hnojenou kontrolou. Podobný trend byl zaznamenán i v odběru K a Mg.

Tab. 6.13 Odběr živin plodinou, půda **Žabčice** s přidavky **Agrouhlí I** ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	58b	18,1b	93b	9ab	36a
2. Kontrola hnojená	68ab	21,9ab	112ab	10a	38a
3. Popel ROŠTÍN $1\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ +DG	72a	23,7a	107ab	11ab	43a
4. Agrouhlí I - $0,5\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$	67ab	21,4ab	103ab	10b	39a
5. Agrouhlí I - $3\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$	63ab	19,8ab	104ab	11b	45a
6. Agrouhlí I - $30\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$	58b	18,7b	95b	10b	38a
7. Agrouhlí I - $0,5\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ +DG	76ab	24,3ab	122a	11ab	44a
8. Agrouhlí I - $3\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ +DG	65ab	19,6ab	97ab	9ab	35a
9. Agrouhlí I - $30\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ +DG	67ab	21,8ab	101ab	11ab	45a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.14 Odběr živin plodinou, půda **Žabčice** s přidavky **Agrouhlí II** ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	58b	18b	93b	9b	36b
2. Kontrola hnojená	68ab	22a	112ab	10ab	38b
3. Popel ROŠTÍN $1\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ +DG	72ab	24a	107ab	11a	43ab
10. Agrouhlí II - $0,5\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$	66ab	20b	105ab	11ab	40ab
11. Agrouhlí II - $3\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$	68ab	21ab	111ab	11ab	43ab
12. Agrouhlí II - $30\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$	64ab	21ab	99b	11ab	47a
13. Agrouhlí II - $0,5\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ +DG	73a	24ab	120a	12a	51a
14. Agrouhlí II - $3\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ +DG	75a	25ab	122a	11a	49a
15. Agrouhlí II - $30\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ +DG	66ab	21ab	95b	11ab	47a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.15 Odběr živin plodinou, půda Šlapanice s přidavky Agrouhlí I (kg.ha⁻¹)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	81ab	24bc	111b	14ab	64ab
2. Kontrola hnojená	95a	29ab	133a	17a	77a
3. Popel ROŠTÍN 1t.ha ⁻¹ +DG	86ab	24abc	122ab	14ab	59ab
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	79b	22cd	106b	13bc	62ab
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	76b	21cd	113b	13bc	64ab
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	66b	18d	106b	11c	49ab
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	93ab	26abc	124ab	16a	69a
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	99a	29ab	129ab	17a	71a
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	92ab	27ab	133a	15ab	60b

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.16 Odběr živin plodinou, půda Šlapanice s přidavky Agrouhlí II (kg.ha⁻¹)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	81ab	24b	111b	14ab	64ab
2. Kontrola hnojená	95a	29a	133a	17a	77a
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	86ab	24ab	122ab	14ab	59ab
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	77b	21b	106bc	13b	61ab
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	73b	20b	101c	12b	58ab
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	72b	20b	105bc	12b	55b
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	86ab	24ab	121ab	14b	54b
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	87ab	26ab	121ab	14b	57b
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	82ab	22b	114b	14b	56b

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

DG – varianty hnojené digestátem

6.4 Obsah PAH v rostlinných produktech

Obsah PAH v semenu řepky pěstované v obou půdách nebyl příliš ovlivněn aplikací hnojiva ani aplikací Agrouhlí (tab. 6.17 – 6.20). Obsah 16 PAH byl o něco vyšší v semenu rostlin pěstovaných v půdě Žabčice s přidavky Agrouhlí I i Agrouhlí II, ale rozdíl nebyl velký. Obsah benzo(a)pyrenu, který je považován za stěžejní indikátor obsahu PAH, se nelišil mezi variantami.

Ve slámě rostlin pěstovaných v půdě Žabčice byl obsah 16 PAH ve slámě aplikací Agrouhlí mírně snižován, největší pokles byl zaznamenán u varianty pravidelně hnojené digestátem po aplikaci Agrouhlí II a u nehnojené varianty s Agrouhlím I. Obsah benzo(a)pyrenu byl pod detekčním limitem ve všech variantách.

Ve slámě rostlin pěstovaných v půdě Šlapanice aplikace Agrouhlí zvyšovala hodnoty obsahu 16 PAH. Nárůst byl vyšší po aplikaci Agrouhlí I, nejvyšší hodnota byla pozorována po aplikaci Agrouhlí I v hnojené variantě. Obsah benzo(a)pyrenu byl pod detekčním limitem ve všech variantách.

I když je Agrouhlí považováno za potenciální zdroj PAH, přídavky Agrouhlí obsah PAH v rostlinách zřejmě příliš nezvýšily. Vyšší obsah PAH v půdě s Agrouhlem je do jisté míry kompenzován jejich nižším obsahem ve slámě.

Tab. 6.17 Obsah PAH v semenu řepky, půda Žabčice ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)

PAH	Kontrola hnojená	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG
naftalen	9,5	15,6	12,4	5,8	17,3
acenaphtylen	<20	<20	<20	<20	<20
acenaften	<5	<5	<5	<5	<5
fluoren	9,1	12,0	12,1	14,7	14,0
fenantren	52,0	53,8	49,3	52,6	57,1
antracen	<2	<2	<2	<2	<2
fluoranten	16,0	25,4	33,8	28,1	24,7
pyren	9,2	12,6	13,7	10,9	11,4
benz(a)antracen	<4	<4	<4	<4	<4
chrysen	<4	<4	<4	<4	<4
benzo(b)fluoranten	<3	<3	3,37	<3	<3
benzo(k)fluoranten	<2	<2	<2	<2	<2
benzo(a)pyren	<3	<3	<3	<3	<3
dibenz(a,h)antracen	<3	<3	<3	<3	<3
benzo(g,h,i)perylene	<5	<5	<5	<5	<5
indeno(1,2,3-cd)pyren	<10	<10	<10	<10	<10
16 PAH	156,9	180,4	182,1	173,2	185,5

Tab. 6.18 Obsah PAH ve slámě řepky, půda Žabčice ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)

PAH	Kontrola hnojená	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG
naftalen	8,4	<5	<5	5,6	<5
acenaphtylen	<20	<20	<20	<20	<20
acenaften	<5	<5	<5	<5	<5
fluoren	13,5	6,4	19,3	8,0	9,3
fenantren	24,3	9,7	11,8	25,0	8,3
antracen	<2	<2	<2	<2	<2
fluoranten	9,5	4,5	5,9	9,5	3,8
pyren	4,4	2,0	<2	5,0	2,3
benz(a)antracen	<4	<4	<4	<4	<4
chrysen	<4	<4	<4	<4	<4
benzo(b)fluoranten	<3	<3	<3	<3	<3
benzo(k)fluoranten	<2	<2	<2	<2	<2
benzo(a)pyren	<3	<3	<3	<3	<3
dibenz(a,h)antracen	<3	<3	<3	<3	<3
benzo(g,h,i)perylene	<5	<5	<5	<5	<5
indeno(1,2,3-cd)pyren	<10	<10	<10	<10	<10
16 PAH	121,1	88,7	104,9	114,1	89,7

Tab. 6.19 Obsah PAH v semenu řepky, půda Šlapanice ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

PAH	Kontrola hnojená	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG
naftalen	10,0	7,0	12,7	6,5	10,7
acenaphtylen	<20	<20	<20	<20	<20
acenaften	<5	<5	<5	<5	<5
fluoren	7,8	8,2	9,1	9,4	8,7
fenantren	47,5	42,7	32,9	41,5	32,4
antracen	<2	<2	<2	<2	<2
fluoranten	18,8	14,9	10,0	15,0	12,0
pyren	7,4	7,5	5,1	7,9	4,9
benz(a)antracen	<4	<4	<4	<4	<4
chrysen	<4	<4	<4	<4	<4
benzo(b)fluoranten	3,9	<3	<3	<3	<3
benzo(k)fluoranten	<2	<2	<2	<2	<2
benzo(a)pyren	<3	<3	<3	<3	<3
dibenz(a,h)antracen	<3	<3	<3	<3	<3
benzo(g,h,i)perylene	<5	<5	<5	<5	<5
indeno(1,2,3-cd)pyren	<10	<10	<10	<10	<10
16 PAH	153,3	141,4	130,7	141,2	129,6

Tab. 6.20 Obsah PAH ve slámě řepky, půda Šlapanice ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

PAH	Kontrola hnojená	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG
naftalen	<5	5,9	10,6	<5	5,7
acenaphtylen	<20	<20	<20	<20	<20
acenaften	<5	<5	<5	<5	<5
fluoren	10,6	10,6	12,5	12,8	11,6
fenantren	9,4	21,8	13,0	10,3	19,4
antracen	<2	<2	<2	<2	<2
fluoranten	3,7	7,6	11,5	7,4	6,6
pyren	<2	5,4	7,9	2,6	3,2
benz(a)antracen	<4	<4	8,7	<4	<4
chrysen	<4	<4	<4	<4	<4
benzo(b)fluoranten	<3	<3	<3	<3	<3
benzo(k)fluoranten	<2	<2	<2	<2	<2
benzo(a)pyren	<3	<3	<3	<3	<3
dibenz(a,h)antracen	<3	<3	<3	<3	<3
benzo(g,h,i)perylene	<5	<5	<5	<5	<5
indeno(1,2,3-cd)pyren	<10	<10	<10	<10	<10
16 PAH	91,8	112,3	121,3	99,0	107,5

6.4 Obsah mikroprvků a rizikových prvků v semenu a slámě řepky

Obsah mikroprvků (dále jen ME) a rizikových prvků (dále jen RP) byl sledován ve vzorcích sklizených produktů z variant hnojených a nehnojených s nejvyšší dávkou Agrouhlí (30 t.ha⁻¹). Agrouhlí I i Agrouhlí II mělo vliv na obsah některých mikroprvků v semenu a slámě (tab. 6.21 – 6.28).

Obsah Cr v semenu byl pod detekčním limitem v obou půdách, obsah Be v žádném vzorku příliš nepřekročil detekční limit.

V nehnojené variantě aplikace samotného Agrouhlí I průkazně zvyšovala obsah Cd v **semenu rostlin z půdy Žabčice** ve srovnání s ostatními variantami. Obsah Ni v semenu byl průkazně nižší po přidavku Agrouhlí I v hnojené i nehnojené variantě. Na obsah Cu Agrouhlí I nemělo vliv, na obsah Co, Fe, Pb, Zn a Hg nemělo vliv předchozí hnojení ani Agrouhlí I.

Přídavek Agrouhlí II průkazně zvyšoval obsah Cd v semenu oproti variantám bez přidavku. Obsah Ni byl průkazně snižován přidavkem Agrouhlí II ve srovnání s hnojenou i nehnojenou kontrolou. Obsah Pb byl průkazně zvýšen Agrouhlím II v nehnojené variantě.

Na obsah Co, Fe a Hg nemělo Agrouhlí II vliv, rozdíly v obsahu Cu a Zn byly malé.

Ve **slámě řepky** byl obsah Al, Fe a Cr zvyšován každoročním hnojením, vliv Agrouhlí na jejich obsah byl neprůkazný. Obsah Cd a Co ve slámě byl průkazně snižován přidavkem Agrouhlí v hnojené i nehnojené variantě. Obsah V byl průkazně vyšší v hnojené kontrole než ve slámě rostlin v obou nehnojených variantách. Obsah Ni byl nejvyšší v hnojené kontrole, průkazně nižší v nehnojené kontrole a byl dále průkazně snižován přidavky Agrouhlí I oproti oběma kontrolám. Nebyly zaznamenány rozdíly v obsahu As, Cu, Pb, Zn a Hg.

Obsah Al v hnojené kontrole průkazně převyšoval obsah Al ve slámě rostlin z hnojené varianty s Agrouhlím II a také obsah v nehnojené kontrole. Stejně rozdíly byly zjištěny v obsahu V. Obsah Cr byl nejvyšší v hnojené kontrole a průkazně převyšoval obsah v kontrole nehnojené. Obsah Cr ve slámě rostlin z hnojené i nehnojené varianty s přidavkem Agrouhlí II se průkazně nelišil od hnojené ani nehnojené kontroly. Obsah Cu a Zn byl u rostlin v hnojené variantě průkazně snižován přidavkem Agrouhlí II ve srovnání s hnojenou kontrolou. Obsah Fe byl v hnojené kontrole průkazně vyšší než v kontrole nehnojené, ostatní rozdíly byly neprůkazné. Přídavek Agrouhlí snižoval obsah Ni ve slámě v hnojené i nehnojené variantě, průkazný byl pokles v obou variantách s Agrouhlím oproti hnojené kontrole.

Nebyly zaznamenány rozdíly v obsahu As, Cd, Co, Pb a Hg.

Z výsledků vyplývá, že v půdě Žabčice Agrouhlí I i Agrouhlí II zvyšovalo obsah Cd a Agrouhlí II také obsah Pb v semenu. Agrouhlí I naopak snižovalo obsah Cd ve slámě a oba typy Agrouhlí snižovaly obsah Ni v semenu i slámě.

V **semenu** rostlin pěstovaných v **půdě Šlapanice** nebyl zjištěn vliv Agrouhlí I a pravidelného hnojení na obsah As, Al, Cd, V, Pb a Zn. Obsah Co a Cu byl ovlivněn spíše hnojením než Agrouhlím, byl vyšší v nehnojených variantách, nehnojená kontrola měla průkazně vyšší obsah Co i Cu v semenu než obě hnojené varianty. Obsah Fe a Hg byl průkazně nižší po aplikaci Agrouhlí I bez hnojení než v ostatních variantách.

V semenu rostlin pěstovaných v půdě Šlapanice nebyl zjištěn vliv Agrouhlí II a hnojení na obsah As, Al, Cd, V, Cu, Zn a Hg. Obsah Co v semenu byl průkazně vyšší v semenu rostlin

v hnojené variantě s Agrouhlím II ve srovnání s hnojenou kontrolou. Obsah Fe byl průkazně nižší po aplikaci Agrouhlí II v nehnojené variantě než v ostatních variantách, podobně jako v případě Agrouhlí I. Agrouhlí II v hnojené variantě průkazně zvyšovalo obsah Pb ve srovnání s ostatními variantami kromě nehnojené kontroly.

Obsah As ve **slámě** byl průkazně nižší po přidavku Agrouhlí I v hnojené i nehnojené variantě ve srovnání s hnojenou kontrolou. Přídavek Agrouhlí I v nehnojené variantě průkazně snižoval obsah Cd ve slámě ve srovnání s hnojenou kontrolou a obsah Co byl nižší i ve srovnání s nehnojenou kontrolou. Na obsah Al, V, Cu, Ni, Zn a Hg nemělo vliv pravidelné hnojení ani Agrouhlí. Obsah Fe byl průkazně nižší v nehnojené kontrole oproti ostatním variantám, které se vzájemně příliš nelišily.

Agrouhlí II ani předchozí hnojení nemělo vliv na obsah Al ve slámě. Obsah Cd, Co a Ni byl průkazně nižší po přidavku Agrouhlí II v nehnojené variantě oproti ostatním variantám. Také obsah V a Cr byl Agrouhlím II snižován, byl průkazně nižší v rostlinách v nehnojené variantě s Agrouhlím II než v nehnojené kontrole a hnojené variantě s Agrouhlím II. Obsah Zn a Hg byl průkazně nižší v rostlinách nehnojené varianty s Agrouhlím II než v hnojené kontrole.

Podobně jako v půdě Žabčice, oba typy Agrouhlí snižovaly obsah Cd ve slámě, Agrouhlí II snižovalo i obsah Ni. Agrouhlí I naopak zvyšovalo obsah Pb v semenu. Naměřené hodnoty v půdě Šlapanice dokládají, že Agrouhlí může mít vliv na obsah celé řady stopových prvků. Vliv může být spojen se sorpcí mikroprvků na Agrouhlí nebo se srážením některých iontů v alkalické prostředí v okolí částic Agrouhlí. Oba typy procesů jsou do jisté míry reverzibilní a ionty mikroprvků mohou být z Agrouhlí uvolňovány nebo naopak poutány což následně ovlivňuje jejich dostupnost a odběr plodinou.

Ani v jedné z půd obsah As, Pb, Cd a Hg v semenu nepřekročil limity dané. nařízením komise ES 1881/2006. Obsah As, Cd a Hg ve slámě byl ve všech případech nižší, než limity stanovené směrnicí 2002/32/ES o nežádoucích látkách v krmivech.

Tab. 6.21 Obsah ME a RP v semenu řepky, půda **Žabčice** s přidavky **Agrouhlí I** (mg.kg⁻¹)

Analyt	Kontrola nehnojená	Kontrola hnojená	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG
As	0,06a	0,05a	0,05a	0,05a
Al	7,0a	7,4a	7,0a	7,0a
Be	0,02a	0,02a	0,02a	0,02a
Cd	0,02b	0,01b	0,03a	0,02b
V	0,007a	0,008a	0,007a	0,007a
Co	0,038a	0,051a	0,045a	0,044a
Cr	0,2a	0,2a	0,2a	0,2a
Cu	3,6a	3,1b	2,9b	2,8b
Fe	33,2a	35,6a	36,8a	34,9a
Ni	1,0a	0,9a	0,6b	0,4b
Pb	0,1a	0,1a	0,1a	0,1a
Zn	27,1a	24,4a	27,0a	25,0a
Hg	0,0028a	0,0021a	0,0018a	0,0017a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.22 Obsah ME a RP v semenu řepky, půda **Žabčice** s přidavky **Agrouhlí II** (mg.kg⁻¹)

Analyt	Kontrola nehnojená	Kontrola hnojená	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG
As	0,06a	0,05a	0,05a	0,05a
Al	7,0a	7,4a	7,0a	7,0a
Be	0,02a	0,02a	0,02a	0,02a
Cd	0,02b	0,01c	0,04a	0,03a
V	0,007a	0,008a	0,032a	0,007a
Co	0,04a	0,05a	0,06a	0,05a
Cr	0,2a	0,2a	0,2a	0,2a
Cu	3,6a	3,1b	3,0b	3,3ab
Fe	33,2a	35,6a	47,1a	40,0a
Ni	1,0a	0,9a	0,7b	0,6b
Pb	0,1b	0,1b	0,5a	0,1b
Zn	27,1ab	24,4b	26,5ab	29,1a
Hg	0,0028a	0,0021a	0,0025a	0,0015a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.23 Obsah ME a RP ve slámě řepky, půda **Žabčice** s přidavky **Agrouhlí I** (mg.kg⁻¹)

Analyt	Kontrola nehnojená	Kontrola hnojená	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG
As	0,1a	0,1a	0,1a	0,1a
Al	12,6b	71,5a	13,8b	27,4ab
Be	0,02a	0,02a	0,02a	0,02a
Cd	0,21a	0,19a	0,16b	0,13b
V	0,02b	0,11a	0,03b	0,05ab
Co	0,12a	0,14a	0,08b	0,07b
Cr	0,6b	1,9a	0,6b	1,0ab
Cu	3,0a	3,3a	2,7a	3,7a
Fe	25,3b	65,8a	27,2b	36,4ab
Ni	1,6b	2,3a	0,8c	0,8c
Pb	0,9a	0,8a	0,6a	1,3a
Zn	14,9a	17,3a	15,0a	14,8a
Hg	0,0074a	0,0082a	0,0065a	0,0073a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.24 Obsah ME a RP ve slámě řepky, půda **Žabčice** s přidavky **Agrouhlí II** (mg.kg⁻¹)

Analyt	Kontrola nehnojená	Kontrola hnojená	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG
As	0,1a	0,1a	0,1a	0,1a
Al	12,6b	71,5a	27,8ab	15,9b
Be	0,02a	0,02a	0,02a	0,02a
Cd	0,21a	0,19a	0,19a	0,18a
V	0,02b	0,11a	0,05ab	0,04b
Co	0,12a	0,14a	0,10a	0,13a
Cr	0,6b	1,9a	0,8ab	0,8ab
Cu	3,0ab	3,3a	3,2a	2,6b
Fe	25,3b	65,8a	32,4ab	30,7ab
Ni	1,6ab	2,3a	1,0b	1,1b
Pb	0,9a	0,8a	0,8a	1,2a
Zn	14,9ab	17,3a	16,3ab	13,2b
Hg	0,0074a	0,0082a	0,0069a	0,0074a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.25 Obsah ME a RP v semenu řepky, půda Šlapanice s přidavky Agrouhlí I (mg.kg⁻¹)

Analyt	Kontrola nehnojená	Kontrola hnojená	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG
As	0,06a	0,05a	0,05a	0,05a
Al	15,5a	7,0a	7,0a	7,0a
Be	0,02a	0,02a	0,02a	0,02a
Cd	0,04a	0,04a	0,04a	0,04a
V	0,020a	0,007a	0,007a	0,011a
Co	0,05a	0,03b	0,05ab	0,03b
Cr	0,2a	0,2a	0,2a	0,2a
Cu	3,0a	2,4b	2,6ab	2,1b
Fe	46,6a	39,9a	6,0b	41,2a
Ni	0,4a	0,4a	0,4a	0,4a
Pb	0,1a	0,1a	0,1a	0,2a
Zn	30,1a	29,0a	27,3a	28,2a
Hg	0,0021b	0,0023b	0,0015a	0,0023b

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.26 Obsah ME a RP v semenu řepky, půda Šlapanice s přidavky Agrouhlí II (mg.kg⁻¹)

Analyt	Kontrola nehnojená	Kontrola hnojená	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG
As	0,06a	0,05a	0,05a	0,06a
Al	15,5a	7,0a	7,0a	18,4a
Be	0,02a	0,0a	0,02a	0,02a
Cd	0,03a	0,04a	0,03a	0,04a
V	0,02 a	0,007a	0,007a	0,028a
Co	0,05ab	0,03b	0,05ab	0,06a
Cr	0,2a	0,2a	0,2a	0,2a
Cu	3,0a	2,4a	2,9a	3,0a
Fe	46,6a	39,9a	6,0b	51,9a
Ni	0,4a	0,4a	0,4a	0,4a
Pb	0,1ab	0,1b	0,1b	0,2a
Zn	30,1a	29,0a	28,4a	30,3a
Hg	0,0021a	0,0023a	0,0019a	0,0021a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.27 Obsah ME a RP ve slámě řepky, půda **Šlapanice** s přidavky **Agrouhlí I** (mg.kg⁻¹)

Analyt	Kontrola nehnojená	Kontrola hnojená	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG
As	0,1ab	0,2a	0,1b	0,1b
Al	29,1a	27,5a	22,8a	26,4a
Be	0,02a	0,02a	0,02a	0,02a
Cd	0,20ab	0,21a	0,16b	0,19ab
V	0,08a	0,07a	0,05a	0,06a
Co	0,09a	0,1a	0,07b	0,09ab
Cr	1,0a	0,8a	1,0a	1,3a
Cu	2,8a	3,5a	2,8a	2,5a
Fe	21,7b	38,8a	36,0a	39,0a
Ni	0,7a	0,7a	0,7a	0,8a
Pb	0,7a	0,9a	1,1a	1,7a
Zn	14,8a	18,2a	15,0a	17,6a
Hg	0,0073a	0,0080a	0,0067a	0,0075a

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

DG – varianty hnojené digestátem

Tab. 6.28 Obsah ME a RP ve slámě řepky, půda **Šlapanice** s přidavky **Agrouhlí II** (mg.kg⁻¹)

Analyt	Kontrola nehnojená	Kontrola hnojená	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG
As	0,1ab	0,2a	0,1b	0,1ab
Al	29,1a	27,5a	17,3a	29,4a
Be	0,02a	0,02a	0,02a	0,02a
Cd	0,2a	0,2a	0,1b	0,2a
V	0,08a	0,06ab	0,04b	0,08a
Co	0,09a	0,10a	0,06b	0,09a
Cr	1,0a	0,8ab	0,6b	1,0a
Cu	2,8a	3,5a	2,8a	3,0a
Fe	21,7b	38,8a	28,6ab	25,2b
Ni	0,7a	0,7a	0,5b	0,7a
Pb	0,7a	0,9a	0,7a	4,1a
Zn	14,8ab	18,2a	13,2b	17,4ab
Hg	0,0073a	0,0080a	0,0065a	0,0070a

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

DG – varianty hnojené digestátem

6.5 Obsah živin a mikroprvků v půdě po sklizni řepky

Aplikace Agrouhlí je spojena s poměrně velkým vstupem živin a uhlíku do půdy (tab. 6.29). Agrouhlí I má vyšší obsah uhlíku a vyšší poměr C:N než Agrouhlí II. Agrouhlí I má také vyšší obsah sodíku a manganu. Obsah fosforu, draslíku, hořčíku, vápníku a většiny mikroprvků je naopak vyšší v Agrouhlí II. Vyšší obsah většiny živin v Agrouhlí II je pravděpodobně způsoben vyšším obsahem živin v anaerobním digestátu, ze kterého je Agrouhlí II vyrobeno. Naopak, Agrouhlí I bylo vyrobeno ze dřeva, které má výchozí obsah živin zpravidla nižší.

Tab. 6.29 Množství živin a uhlíku dodaných v nejvyšší dávce Agrouhlí (30 t_{ha}⁻¹)

Parametry	Agrouhlí I	Dávka živin kg.ha ⁻¹	Agrouhlí II	Dávka živin kg.ha ⁻¹
Sušina OH (%)	98,2	-	48,1	-
C celkový jako (%)	84,4	24 568,4	62,5	8 916,7
N celkový v sušině (%)	0,46	133,9	1,42	202,4
P celkový v sušině (%)	0,12	34,9	0,64	91,2
K celkový v sušině (%)	0,71	206,7	1,65	235,2
Mg celk. v sušině (%)	0,23	67,0	0,42	59,9
Ca celkový v sušině (mg.kg ⁻¹)	2,25	655,0	5,30	755,5

V půdě Žabčice rostoucí dávka Agrouhlí I zvyšovala pH a obsah Ca v hnojených i nehnojených variantách (tab. 6.30). V pravidelně hnojené půdě se zvyšoval i obsah P a Mg. Obsah Ca, P a hodnota pH vzrůstaly i s rostoucí dávkou Agrouhlí II v hnojené i předtím nehnojené půdě (tab. 6.31).

V půdě Šlapanice nejvyšší dávka Agrouhlí I snížila obsah K v půdě každoročně hnojené varianty (tab. 6.32). Obsah P se v půdě hnojených variant snižoval s rostoucí dávkou Agrouhlí I. V nehnojené půdě zvyšování dávky Agrouhlí I zvýšilo obsah Ca a pH. Nejvyšší dávka Agrouhlí II zvyšovala obsah K v půdě hnojených i nehnojených variant (tab. 6.33).

Rozdíly v dostupnosti živin zhruba odpovídají rozdílům pozorovaným v předchozích letech pokusu.

Tab. 6.30 Obsah živin (Mehlich 3) a pH v půdě Žabčice - Agrouhlí I po sklizni řepky (mg.kg⁻¹)

Varianta hnojení	pH	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	5,3	40	75	93	1552
2. Kontrola hnojená	5,3	40	56	83	1308
3. Popel ROŠTÍN 1t.ha ⁻¹ +DG	5,3	47	63	105	1391
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	5,2	36	57	85	1319
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	5,5	41	59	89	1319
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	5,9	49	64	104	1551
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	5,4	43	58	98	1362
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	5,4	54	68	100	1529
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	6,3	68	74	127	1735

Tab. 6.31 Obsah živin (Mehlich 3) a pH v půdě **Žabčice - Agrouhlí II** sklizni řepky (mg.kg⁻¹)

Varianta hnojení	pH	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	5,3	40	75	93	1552
2. Kontrola hnojená	5,3	40	56	83	1308
3. Popel ROŠTÍN 1t.ha ⁻¹ +DG	5,3	47	63	105	1391
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	5,3	38	56	82	1326
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	5,4	39	61	88	1459
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	5,9	52	68	105	1665
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	5,3	47	56	80	1315
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	5,4	49	58	82	1353
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	5,7	62	69	101	1558

Tab. 6.32 Obsah živin (Mehlich 3) a pH v půdě **Šlapanice - Agrouhlí I** po sklizni řepky (mg.kg⁻¹)

Varianta hnojení	pH	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	7,4	66	213	395	5459
2. Kontrola hnojená	7	78	204	352	4448
3. Popel ROŠTÍN 1t.ha ⁻¹ +DG	7,3	80	205	366	4667
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	7,5	65	208	372	5678
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	7,5	59	200	368	6600
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	7,6	57	211	372	7171
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	7,4	82	213	378	4719
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	7,3	71	202	370	5444
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	7,5	68	184	307	4791

Tab. 6.33 Obsah živin (Mehlich 3) a pH v půdě **Šlapanice - Agrouhlí II** po sklizni řepky (mg.kg⁻¹)

Varianta hnojení	pH	P	K	Mg	Ca
1. Kontrola nehnojená	7,4	66	213	395	5459
2. Kontrola hnojená	7,0	78	204	352	4448
3. Popel ROŠTÍN 1t.ha ⁻¹ +DG	7,3	80	205	366	4667
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	7,5	63	200	355	5802
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	7,5	57	196	354	6708
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	7,5	66	226	365	6505
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	7,1	82	208	366	4780
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	7,3	80	214	360	4595
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	7,2	81	235	377	4598

6.6 Agrochemické vlastnosti půdy

Obsah živin ve výměnné formě může více odpovídat jejich reálné dostupnosti než obsah živin dle Mehlicha, který charakterizuje spíše potenciální dostupnost.

V půdě Žabčice došlo ke zvýšení KVK při nejvyšší dávce Agrouhlí I v hnojených i nehnojených variantách. V půdě nehnojených variant byla nejvyšší vodivost zjištěna při dávce Agrouhlí 3 t ha^{-1} a v půdě variant hnojených $0,5 \text{ t ha}^{-1}$ (tab. 6.34). Agrouhlí I v nejvyšší dávce zvyšovalo obsah výměnného K, Mg a Ca v půdě variant hnojených i nehnojených (tab. 6.35). S rostoucí dávkou Agrouhlí I naopak výrazně klesal obsah výměnného Mn v půdě hnojených i nehnojených variant.

V nehnojených variantách v půdě Žabčice bylo pozorováno zvyšování KVK s rostoucí dávkou Agrouhlí II (Tab. 6.36). Agrouhlí II také zvyšovalo obsah výměnného K, Mg a Ca v půdě nehnojených variant (tab. 6.37). Obsah Mn byl naopak Agrouhlím II snižován v půdě hnojených i nehnojených variant. Pozorované snižování dostupnosti Mn může být vysvětleno vyšším pH a obsahem vápníku v půdách s Agrouhlím, které přispívají ke srážení Mn.

V půdě Šlapanice nemělo Agrouhlí ani hnojení příliš velký vliv na KVK a vodivost (tab. 6.38). Byl pozorován nárůst obsahu výměnného K v pravidelně hnojené půdě po nejvyšší dávce Agrouhlí I (tab. 6.39). Vliv Agrouhlí II na agrochemické vlastnosti nebyl patrný (tab. 6.40 – tab. 6.41).

Tab. 6.34 Agrochemické vlastnosti půdy Žabčice - Agrouhlí I Kationtová výměnná kapacita (KVK), vodivost vodního výluhu

Varianta hnojení	KVK (mekv.kg ⁻¹)	vodivost vodního výluhu (mS.m ⁻¹)
1. Kontrola nehnojená	72,7	4,4
2. Kontrola hnojená	77,9	5,3
3. Popel ROŠTÍN 1t.ha ⁻¹ +DG	78,0	5,2
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	75,4	5,0
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	79,7	7,0
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	90,9	5,5
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	79,7	6,1
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	75,1	5,4
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	92,4	5,8

Tab. 6.35 Agrochemické vlastnosti půdy Žabčice - Agrouhlí I Obsah výměnného K, Mg, Ca a Mn ve výluhu 0,1 M BaCl₂

Varianta hnojení	Obsah výměnného K (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výměnného Mg (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výměnného Ca (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výměnného Mn (mekv.kg ⁻¹)
1. Kontrola nehnojená	0,80	6,7	63,6	0,85
2. Kontrola hnojená	0,87	7,2	66,9	0,76
3. Popel ROŠTÍN 1t.ha ⁻¹ +DG	0,88	7,3	67,4	0,71
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	0,84	7,1	65,9	0,75
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	0,85	7,5	69,0	0,67
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	0,94	9,2	77,4	0,41
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	0,87	7,3	69,1	0,65
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	0,79	6,9	65,1	0,55
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	0,95	9,5	78,7	0,33

Tab. 6.36 Agrochemické vlastnosti půdy Žabčice - Agrouhlí II Kationtová výměnná kapacita (KVK), vodivost vodního výluhu

Varianta hnojení	KVK (mekv.kg ⁻¹)	vodivost vodního výluhu (mS.m ⁻¹)
1. Kontrola nehnojená	73	4,4
2. Kontrola hnojená	78	5,3
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	78	5,2
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	76	6,0
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	78	5,7
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	85	6,4
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	77	5,9
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	77	5,8
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	80	5,4

Tab. 6.37 Agrochemické vlastnosti půdy Žabčice - Agrouhlí II Obsah výměnného K, Mg, Ca a Mn ve výluhu 0,1 M BaCl₂

Varianta hnojení	Obsah výměnného K (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výměnného Mg (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výměnného Ca (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výměnného Mn (mekv.kg ⁻¹)
1. Kontrola nehnojená	0,8	6,7	64	0,8
2. Kontrola hnojená	0,9	7,2	67	0,8
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	0,9	7,3	67	0,7
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	0,8	6,9	66	0,6
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	0,9	7,4	66	0,7
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	0,9	8,4	74	0,4
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	0,9	7,0	66	0,7
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	0,9	6,8	67	0,7
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	0,9	7,6	69	0,3

Tab. 6.38 Agrochemické vlastnosti půdy Šlapanice - Agrouhlí I Kationtová výměnná kapacita (KVK), vodivost vodního výluhu

Varianta hnojení	KVK (mekv.kg ⁻¹)	vodivost vodního výluhu (mS.m ⁻¹)
1. Kontrola nehnojená	258	14,7
2. Kontrola hnojená	228	12,1
3. Popel ROŠTÍN 1 t ha ⁻¹ +DG	239	13,1
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	240	14,5
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	249	14,7
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	238	14,0
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	241	12,6
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	239	13,0
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	237	13,0

Tab. 6.39 Agrochemické vlastnosti půdy Šlapanice - Agrouhlí I Obsah výměnného K, Mg, Ca a Mn ve výluhu 0,1 M BaCl₂

Varianta hnojení	Obsah výmenného K (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výmenného Mg (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výmenného Ca (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výmenného Mn (mekv.kg ⁻¹)
1. Kontrola nehnojená	2,7	25	228	<0,1
2. Kontrola hnojená	2,7	26	197	0,1
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	2,6	26	208	<0,1
4. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹	2,5	23	212	<0,1
5. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹	2,5	23	221	<0,1
6. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	2,7	23	209	<0,1
7. Agrouhlí I - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	2,5	26	210	0,1
8. Agrouhlí I - 3 t.ha ⁻¹ +DG	2,8	26	207	<0,1
9. Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	3,3	27	203	<0,1

Tab. 6.40 Agrochemické vlastnosti půdy Šlapanice - Agrouhlí II Kationtová výměnná kapacita (KVK), vodivost vodního výluhu

Varianta hnojení	KVK (mekv.kg ⁻¹)	vodivost vodního výluhu (mS.m ⁻¹)
1. Kontrola nehnojená	258	14,7
2. Kontrola hnojená	228	12,1
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	239	13,1
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	246	14,6
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	248	13,3
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	231	14,5
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	242	12,4
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	247	14,5
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	244	15,3

Tab. 6.41 Agrochemické vlastnosti půdy Šlapanice - Agrouhlí II Obsah výměnného K, Mg, Ca a Mn ve výluhu 0,1 M BaCl₂.

Varianta hnojení	Obsah výměnného K (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výměnného Mg (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výměnného Ca (mekv.kg ⁻¹)	Obsah výměnného Mn (mekv.kg ⁻¹)
1. Kontrola nehnojená	2,8	25	228	<0,1
2. Kontrola hnojená	2,7	26	197	0,1
3. Popel ROŠTÍN 1 t.ha ⁻¹ +DG	2,6	26	208	<0,1
10. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹	2,5	24	218	<0,1
11. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹	2,5	23	219	<0,1
12. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹	2,7	22	204	<0,1
13. Agrouhlí II - 0,5 t.ha ⁻¹ +DG	3,0	26	210	<0,1
14. Agrouhlí II - 3 t.ha ⁻¹ +DG	2,5	25	216	<0,1
15. Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	2,8	25	214	<0,1

6.7 Obsah PAH v půdě

Obsah PAH v půdě, vyjádřený jako součet 16 PAH v půdě, byl aplikací Agrouhlí výrazně snižován oproti kontrole (tab. 6.42 – 6.43). Pokles obsahu PAH byl větší v případě Agrouhlí I. V žádné z variant obsah nepřekročil limit daný vyhláškou č. 153/2016 Sb. o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb. platné od 1. 6. 2016, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Tato vyhláška udává preventivní hodnotu 1 mg.kg⁻¹ pro sumu 12 individuálních PAH.

Tab. 6.42 Obsah PAH v půdě Žabčice s přidavky Agrouhlí po sklizni kukuřice (μg.kg⁻¹)

PAH	Kontrola hnojená	Agrouhlí I 30 t.ha ⁻¹ +DG	Agrouhlí II 30 t.ha ⁻¹ +DG	Agrouhlí I 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí II 30 t.ha ⁻¹
Acenaftylen.	<20	<20	<20	<20	<20
Acenaften	<5	<5	<5	<5	<5
Fluoren.	9,529	<4	5,578	<4	7,247
Fenantren	18,29	<4	11,36	<4	10,71
Antracen	<2	<2	<2	<2	<2
Fluoranten	28,73	<2	11,51	<2	10,09
Naftalen	17,02	6,094	17,58	15,74	29,01
Pyren	31,85	<2	10,21	<2	7,868
Benz(a)antracen	25,4	<4	4,29	<4	<4
Chrysen	22,9	<4	5,317	<4	<4
Benzo(b)fluoranten	23,26	<3	5,171	<3	3,804
Benzo(k)fluoranten	13,17	<2	2,335	<2	<2
Benzo(a)pyren	21,9	<3	3,96	<3	<3
Dibenz(a,h)antracen	<3	<3	<3	<3	<3
Benzo(g,h,i)perylene	15,66	<5	<5	<5	<5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	17,55	<10	<10	<10	<10
součet 16 PAH	275,3	79,1	122,3	88,7	126,7

Tab. 6.43 Obsah PAH v půdě Šlapanice s přidavky Agrouhlí po sklizni kukuřice ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)

PAH	Kontrola hnojená	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹ +DG	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹ +DG	Agrouhlí I - 30 t.ha ⁻¹	Agrouhlí II - 30 t.ha ⁻¹
Acenaftylen.	<20	<20	<20	<20	<20
Acenaften	<5	<5	8,85	<5	<5
Fluoren.	13,54	<4	15,11	<4	6,691
Fenantren	42,23	<4	33,13	<4	17,25
Antracen	5,22	<2	4,01	<2	<2
Fluoranten	56,68	<2	37,55	<2	25,94
Naftalen	21,92	17,83	46,64	12,62	43,48
Pyren	40,4	<2	30,54	<2	21,03
Benz(a)antracen	27,7	<4	14,4	<4	10,5
Chrysen	26,84	<4	14,83	<4	11,89
Benzo(b)fluoranten	28,96	<3	15,4	<3	13,11
Benzo(k)fluoranten	13,6	<2	6,88	<2	5,756
Benzo(a)pyren	29,6	<3	12,7	<3	10,1
Dibenz(a,h)antracen	3,266	<3	<3	<3	<3
Benzo(g,h,i)perylene	20,81	<5	8,084	<5	6,953
Indeno(1,2,3-cd)pyren	19,99	<10	<10	<10	<10
součet 16 PAH	375,8	90,8	281,1	85,6	212,7

7. Souhrn výsledků

Výnos: Vliv hnojení na výnos byl malý, v hodnoceném roce byly hnojeny stejnými dávkami organického hnojiva hnojené i nehnojené varianty vzhledem k vyčerpání živin. Přesto byly zaznamenány rozdíly vlivu Agrouhlí mezi variantami odlišně hnojenými v předchozích letech. Výnos semene v půdě Žabčice byl v nehnojených variantách zvyšován nejnižší dávkou Agrouhlí I (0,5 t ha⁻¹), dávky vyšší výnos spíše snižovaly. Agrouhlí II nemělo na výnos vliv. Také v půdě Šlapanice bylo pozorováno snížení výnosu v nehnojené variantě po aplikaci nejvyšší dávky Agrouhlí I. V hnojených variantách nemělo Agrouhlí vliv na výnos.

Obsah živin a RP v rostlinách: V půdě Žabčice byl pozorován pozitivní vliv Agrouhlí I i Agrouhlí II na obsah K v semeni, v půdě Šlapanice zvyšovalo obsah K Agrouhlí I. U obou typů Agrouhlí byl zaznamenán vliv na obsah mikroprvků v rostlině. Agrouhlí snižovalo obsah některých mikroprvků, především Cd. Agrouhlí pravděpodobně může poutat mikroprvky sorpcí, což snižuje jejich dostupnost. Poutání mikroprvků nebo rizikových prvků by mohlo omezovat jejich vstup do rostliny v rizikovém množství. Agrouhlí mělo v řadě případů odlišný vliv na obsah živin i mikroprvků v semenu a ve slámě, působením Agrouhlí na růst je zřejmě ovlivňována také distribuce prvků mezi jednotlivé části rostliny.

Odběr živin výnosem: U pravidelně hnojených variant v půdě Žabčice byly po přidávce nejnižší dávky Agrouhlí I zaznamenány nejvyšší hodnoty odběru K. V nehnojených variantách

zvyšování dávky Agrouhlí snižovalo odběr N, P, K což je v souladu s poklesem výnosu s rostoucí dávkou Agrouhlí I.

Přídavek Agrouhlí II v dávkách 0,5 a 3 t ha⁻¹ v hnojených variantách zvýšil odběr N plodinou oproti nehnojené kontrole. Podobný trend byl zaznamenán také v odběru P. Odběr K byl vyšší po aplikaci Agrouhlí v dávkách 0,5 a 3 t ha⁻¹ v hnojených i nehnojených variantách. Nejvyšší dávka Agrouhlí však odběr naopak snižovala na úroveň nehnojené a hnojené kontroly.

V půdě Šlapanice Agrouhlí I i Agrouhlí II snižovalo příjem N, Agrouhlí I i příjem P v nehnojených variantách. V půdě pravidelně hnojené nemělo Agrouhlí vliv na odběr živin.

Půdní vlastnosti:

Agrouhlí I zvyšuje obsah Ca a Mg v dostupné i výměnné formě a také pH a KVK v méně úrodné půdě Žabčice. To je v souladu s hypotézou, že vliv Agrouhlí bude více patrný v méně úrodné půdě. Pozitivní vliv na půdní vlastnosti se však neprojevil na výnosu, který byl nejvyššími dávkami Agrouhlí I spíše snižován. Agrouhlí zřejmě poutá část dostupných živin. Bylo pozorováno snížení obsahu výměnného K v půdě méně úrodné, ale nárůst v půdě úrodnější.

Obsah živin zhruba odpovídal obsahu v předchozích letech pokusu.

Obsah PAH v půdě byl aplikací Agrouhlí snižován.

PAH v rostlinách: bylo pozorováno zvýšení PAH po aplikaci Agrouhlí ve slámě rostlin pěstovaných v půdě Šlapanice.

8. Závěr

I když v hodnoceném roce byly všechny varianty pokusu hnojeny stejnými dávkami organického hnojiva, byl zaznamenán rozdílný vliv Agrouhlí u variant odlišně hnojených v předchozích letech. Vysoké dávky Agrouhlí zvyšují dostupnost některých živin v půdě i ve třetím roce pokusu. Vliv Agrouhlí na půdní vlastnosti je větší v méně úrodné půdě, kde přídavek nejvyšší dávky Agrouhlí zvyšuje KVK a pH. Pozitivní vliv nejvyšší dávky Agrouhlí na půdní vlastnosti však nebyl příliš v souladu s pozorovaným vlivem na výnos. V obou půdách byl pozorován nárůst výnosu při nižších dávkách Agrouhlí I (0,5 – 3 t ha⁻¹) v nehnojených variantách, nejvyšší dávka obou typů Agrouhlí naopak výnos v dříve nehnojené půdě buď neovlivnila nebo snížila. Příčinou může být omezení dostupnosti některých prvků po reakci s Agrouhlím. Při každoroční aplikaci organického hnojiva v předchozích letech pokusu nebyl pokles výnosu zaznamenán a Agrouhlí zřejmě příliš neomezuje výnos při dostatečných vstupech živin. Očekávaný pozitivní vliv Agrouhlí na výnos v půdě každoročně hnojené organickým hnojivem se ve 3. roce pokusu neprojevil, ale v méně úrodné půdě byl pozorován nárůst odběru živin po aplikaci nižších dávek Agrouhlí v hnojených variantách. Agrouhlí také ovlivňuje obsah mikroprvků a rizikových prvků v rostlině.

9. Použitá literatura

- Beneš, S., 1994. Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí, II. část. Mze ČR, Praha.
- 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.
- 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., Tieffová, P., Plhalová, Š., Urbánková, E., Niedobová, E., Strížová, I., Srnková, J., 2011. Jednotné pracovní postupy – analýza půd II. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 230 s.
- Zbíral, J., Malý, S., Váňa, M., Čuhel, J., Fojtlová, E., Čižmár, D., Žalmanová, A., Srnková, J., Obdržálková, E., 2011. Jednotné pracovní postupy – analýza půd III. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 253 s.
- Nařízení komise (ES) č.1881/2006 kterým se stanoví maximální limity kontaminujících látek v potravinách
- Směrnice 2002/32/ES o nežádoucích látkách v krmivech.