

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

Sekce zemědělských vstupů

Oddělení výživy rostlin



**Vliv agrouhlí na růst polních plodin a změny půdních vlastností při
vysokých dávkách živin**

Zpráva o výsledcích dvouleté vegetační nádobové zkoušky za rok 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, duben 2021

1. Úvod

Název zkoušky: Vliv agrouhlí na růst polních plodin a změny půdních vlastností při vysokých dávkách živin

Účel zkoušky: ve vegetační nádobové zkoušce byl ověřován vliv dvou typů agrouhlí v půdě hnojené vysokými dávkami živin ve formě minerálního hnojiva a kompostu na výnos kukuřice, změny půdních vlastností a růst následné plodiny pšenice. Vliv agrouhlí na výnos je pravděpodobně založen na schopnosti agrouhlí sorbovat živiny a postupně je uvolňovat ve formě dostupné rostlinám. Aby se přínos agrouhlí mohl projevit, musí být živiny sorbovány v dostatečném množství. Při nízkých dávkách živin může odběr živin plodinou způsobit vyčerpání půdy, na agrouhlí se sorbuje jen málo živin a jeho vliv se nemusí projevit. Ve vegetační nádobové zkoušce byl proto ověřován vliv agrouhlí na výnos pěstovaných plodin a změny půdních vlastností při vysokých dávkách živin. Vlastnosti agrouhlí se mohou významně lišit v závislosti na postupu výroby, proto jsou testovány dva odlišné produkty. Agrouhlí poutá nejen minerální živiny, ale i organické látky. Organické látky jsou samy o sobě zdrojem pomalu uvolnitelných živin, proto lze předpokládat, že při jejich společné aplikaci s agrouhlím bude výnos ovlivňován méně, než v případě minerálního hnojení.

Hypotézy zkoušky:

- a) při vysokých dávkách živin se projeví pozitivní vliv agrouhlí na výnos a agrochemické vlastnosti půdy
- b) agrouhlí zvýší výnos v následujícím roce
- c) vliv agrouhlí je větší při minerálním hnojení

Druh zkoušky: dvouletá vegetační nádobová zkouška byla založena na jaře 2020 ve vegetační hale v Brně

Délka trvání zkoušky: vegetační rok 2020-2021

Výrobce agrouhlí: Biouhel.cz s.r.o

Materiál pro založení zkoušky poskytl zdarma p. Jan Káňa

2. Chemické složení agrouhlí a zralého kompostu

2.1 Chemické složení agrouhlí

- 1. **Agrouhlí:** je vyrobeno z dřevního odpadu z těžby při teplotě 800 °C, doba zdržení 35 min
- 2. **Agrouhlí:** je vyrobeno z anaerobního digestátu kukuřice a celulóзовých vláken při teplotě 470 °C, doba zdržení 25 min

Analýzy agrouhlí byly provedeny v NRL ÚKZÚZ Plzeň a Opava v dubnu 2016 (tab. 1).

Tab. 1 Obsah živin a rizikových prvků v agrouhlí

Parametry	Agrouhlí č.1	Agrouhlí č.2
Sušina OH	98,20	48,09
Spalitelné látky v sušině	89,98	65,44
Popel v sušině	10,02	34,56
Hodnota pH v H ₂ O	10,69	9,68
Hodnota pH v CaCl ₂	11,24	9,11
Vodivost (mS/cm)	0,74	0,74
N Celkový organický v sušině (%)	0,46	1,42
C celkový jako (%)	84,40	62,55
C:N	201,1	43,9
K celkový v sušině (%)	0,71	1,65
Mg celkový v sušině (%)	0,23	0,42
P celkový v sušině (%)	0,12	0,64
Na celkový v sušině (mg/kg)	2336	409,2
Mn celkový v sušině (mg/kg)	2100	174,2

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

2.2 Chemické složení kompostu

K založení zkoušky byl použit kompost z kompostárny Víška u Jevíčka, Hanácká zemědělská společnost Jevíčko a. s. Odběr zralého kompostu byl proveden před aplikací ke hnojeným rostlinám.

Analýzy byly provedeny v NRL ÚKZÚZ Plzeň v dubnu 2020, chemické vlastnosti kompostu jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2 Chemické složení kompostu použitého k založení zkoušky

Parametry	Hodnota
Sušina (%)	45,5
Spalitelná sušina (%)	42,41
Celkový N (% sušiny)	2,19
Celkový P (% sušiny)	0,47
Celkový K (% sušiny)	2,32
Celkový Mg (% sušiny)	0,48
pH	9,12
C:N	9,7

Obsah rizikových prvků splňuje zákonem stanovené limity (mg/kg): kadmium 2,0; olovo 100; rtuť 1,0; arsen 20,0; chrom 100,0.

3. Půda použitá k založení zkoušky

Půdní podmínky: K založení zkoušky byla požitá ručně odebraná svrchní vrstva ornice z lokality Žabčice. Agrochemické vlastnosti použité půdy jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3 Základní agrochemické vlastnosti půdy použité k založení zkoušky

půdní reakce pH/CaCl ₂	CaCO ₃	obsah živin ve výluhu Mehlich III mg/kg a kritéria hodnocení			
		P	K	Mg	Ca
5,4	nevápnitá	72,0	105,1	97	1391
kyselá		vyhovující	nízký	nízký	vyhovující

Obsah mikroelementů ve výluhu Mehlich III mg/kg				
Cu	Zn	Fe	Mn	B
1,25	2,05	159,40	53,83	<0,50
nízký	nízký	střední	střední	nízký

4. Zkušební plodiny

1. rok zkoušky (2020): kukuřice, odrůda Pesandor

2. rok zkoušky (2021): pšenice ozimá, odrůda LG Orlice

5. Schéma vegetační nádobové zkoušky

Schéma zkoušky, dávky živin, agrouhlí a kompostu jsou uvedeny v tab. 4. Tab. 5 uvádí dávky agrouhlí a kompostu do jednotlivých nádob v 1. roce zkoušky. Dávky minerálních hnojiv jsou uvedeny v tab. 6.

Tab. 4 Schéma vegetační nádobové zkoušky a dávky živin v 1. roce zkoušky

Varianta	Dávka N (kg ha ⁻¹)	Dávka P (kg ha ⁻¹)	Dávka K (kg ha ⁻¹)	Kompost (t ha ⁻¹)	Agrouhlí I (t ha ⁻¹)	Agrouhlí II (t ha ⁻¹)
1.Kontrola	0	0	0	0	0	0
2.NPK	400	60	120	0	0	0
3.NPK+agrouhlí I	400	60	120	0	30	0
4.NPK+agrouhlí II	400	60	120	0	0	60
5.Kompost+N	400	0	0	30	0	0
6.Kompost+N+agrouhlí I	400	0	0	30	30	0
7.Kompost+N+agrouhlí II	400	0	0	30	0	60

Tab. 5 Schéma aplikace kompostu a agrouhlí do nádob v 1. roce zkoušky

Varianta	Kompost (g nádoba ⁻¹)	Agrouhlí I (g nádoba ⁻¹)	Agrouhlí II (g nádoba ⁻¹)
1.Kontrola	0	0	0
2.NPK	0	0	0
3.NPK+agrouhlí I	0	165	0
4.NPK+agrouhlí II	0	0	330
5.Kompost+N	0	0	0
6.Kompost+N+agrouhlí I	165	165	0
7.Kompost+N+agrouhlí II	165	0	330

Tab. 6 Schéma aplikace minerálních hnojiv do nádob v 1. roce zkoušky

Varianta	Dávka N (kg ha ⁻¹)		Močovina (g nádoba ⁻¹)		Superfosfát (g nádoba ⁻¹)	Síran draselný (g nádoba ⁻¹)
	Před setím	Po vyjednání	Před setím	Po vyjednání		
1.Kontrola	0	0	0	0	0	0
2.NPK	250	150	2,7	1,6	1,5	1,4
3.NPK+agrouhlí I	250	150	2,7	1,6	1,5	1,4
4.NPK+agrouhlí II	250	150	2,7	1,6	1,5	1,4
5.Kompost+N	0	100	0	1,1	0	0
6.Kompost+N+agrouhlí I	0	100	0	1,1	0	0
7.Kompost+N+agrouhlí II	0	100	0	1,1	0	0

6. Způsob a dávky hnojení kukuřice

Před založením pokusu bylo aplikováno agrouhlí, kompost a fosforečné a draselné hnojivo dle varianty. Dále byla před založením aplikována část dávky plánované dávky dusíku. Hnojiva byla promíchána s půdou při plnění nádob. Zbývající část roční dávky dusíku byla aplikována po vyjednání.

Aplikované hnojivo bylo mělce zapraveno do půdy.

7. Technika založení a průběh zkoušky

- Před výsevem kukuřice bylo aplikováno agrouhlí, kompost a část dávky minerálních hnojiv dle variant hnojení.
- Výsev kukuřice byl proveden 5.5.2020
- Vzcházení rostlin bylo zaznamenáno 12.5.2020.
- Vyjednání na 4 vyrovnané rostliny v každé nádobě bylo provedeno 18. 5. 2020
- Druhá dávka dusíku byla aplikována po vyjednání 20.5.2020
- Pod každou vegetační nádobou byla umístěna miska pro zachycení přebytečné závlivkové vody
- Během vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin, proti bzunce ječné byl použit přípravek Karate Zeon (0,1 %)
- Prováděno bylo vegetační pozorování, zejména rozdíly v nástupu do hlavních fenologických fází a morfologie rostlin u jednotlivých variant hnojení
- Růstové rozdíly mezi variantami byly vyfotografovány v termínu 22. 6. 2020 ve fázi 7. listů a před sklizní (30.7.2020)
- Sklizeň byla provedena 30. 7. 2020
- 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

Hodnocené parametry:

Výnos:

po sklizni kukuřice byl stanoven **výnos sušiny rostlin**; po sklizni pšenice byl stanoven **výnos zrna 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, H_2O_2 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).

Analýzy půdy: po sklizni rostlin kukuřice byly odebrány vzorky půdy, ve kterých byly stanoveny vybrané parametry.

- **Kationtová výměnná kapacita (KVK) a obsah výměnných kationtů** byly stanoveny v extraktu půdy roztokem $BaCl_2$ (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). Ve výluhu dle Mehliche 3 byl také stanoven **obsah Cu, Zn, Al, Fe, Mn a B**.

Statistické vyhodnocení výsledků

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

8. Výsledky

8.1 Výnos sušiny kukuřice v 1. roce pokusu

Výnos kukuřice byl průkazně vyšší ve všech variantách hnojených NPK než u kontroly. Průkazné zvýšení výnosu oproti kontrole bylo zaznamenáno i po aplikaci kompostu s agrouhlím II (tab. 7). Výnos varianty hnojené kompostem a kompostem s agrouhlím I se statisticky průkazně nelišil od kontrolní varianty.

Tab. 7 Výnos sušiny kukuřice

Varianty hnojení	Výnos (t ha ⁻¹)	Relativní srovnání (%)
1.Kontrola	31,2a	100
2.NPK	37,2bc	119
3.NPK+agrouhlí I	35,9bc	115
4.NPK+agrouhlí II	38,4c	123
5.Kompost+N	35,2abc	113
6.Kompost+N+agrouhlí I	33,1ab	106
7.Kompost+N+agrouhlí II	37,7c	121

8.2 Obsah živin ve sklizených produktech

Obsah N v **sušině kukuřice** byl průkazně zvýšen minerálním hnojením oproti kontrole (tab. 8). V rostlinách hnojených organicky byl srovnatelný s kontrolou. Obsah P byl po aplikaci agrouhlí I s organickým i minerálním hnojením nižší než u kontroly, agrouhlí II jeho obsah naopak zvyšovalo, v půdě organicky hnojené bylo zvýšení průkazné. Obsah K byl zvyšován aplikací agrouhlí II a kompostu. Obsah Mg byl průkazně zvyšován minerálním hnojením, vliv organického hnojiva byl neprůkazný. V organicky i minerálně hnojených variantách byl zaznamenán pokles obsahu Mg po přidavku obou typů agrouhlí.

Tab. 8 Obsah živin v biomase kukuřice (% sušiny)

Varianty hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1.Kontrola	0,402a	0,103b	0,758a	0,169b	0,318ab
2.NPK	0,916b	0,100b	0,671a	0,225a	0,337a
3.NPK+agrouhlí I	0,776b	0,063a	0,762a	0,164b	0,329a
4.NPK+agrouhlí II	0,897b	0,113bc	1,081b	0,180b	0,341a
5.Kompost+N	0,513a	0,107bc	1,042b	0,164b	0,308ab
6.Kompost+N+agrouhlí I	0,394a	0,069a	1,272c	0,130c	0,249b
7.Kompost+N+agrouhlí II	0,533a	0,127c	1,356c	0,125c	0,271ab

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

8.3 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. Nejvyšší odběr dusíku sklizní **kukuřice** byl zaznamenán po minerálním hnojení, nižší po organickém hnojení a nejnižší v nehnojené kontrole (tab. 9). Agrouhlí I snižovalo odběr N u organicky i minerálně hnojených variant. Odběr P byl snižován agrouhlím I a naopak zvyšován agrouhlím II. Hnojení kompostem a agrouhlím II zvyšovalo odběr K. Odběr Mg byl zvyšován minerálním hnojením a snižován oběma typy agrouhlí v minerálně i organicky hnojených variantách.

Tab. 9 Odběr živin sklizní kukuřice (kg ha⁻¹)

Varianty hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1.Kontrola	126a	32ab	237a	53ab	99ab
2.NPK	341d	37b	250a	83d	125bc
3.NPK+agrouhlí I	277c	23a	273a	59bc	118bc
4.NPK+agrouhlí II	344d	43c	414c	69c	131c
5.Kompost+N	181ab	38b	367bc	57b	108abc
6.Kompost+N+agrouhlí I	130a	23a	421c	43a	82a
7.Kompost+N+agrouhlí II	201b	48c	512d	47ab	103abc

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

8.4 Obsah živin v půdě po sklizni kukuřice

Aplikace agrouhlí je spojena s poměrně velkým vstupem živin a uhlíku do půdy (tab. 10). 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.10 Množství živin a uhlíku dodaných v 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	17 833,4
N celkový v sušině (%)	0,46	133,9	1,42	404,8
P celkový v sušině (%)	0,12	34,9	0,64	182,4
K celkový v sušině (%)	0,71	206,7	1,65	470,4
Mg celk. v sušině (%)	0,23	67,0	0,42	119,8
Ca celkový v sušině (mg kg ⁻¹)	2,25	655,0	5,30	1 511,0

Hodnota pH byla v minerálně hnojené půdě průkazně vyšší po přidavku agrouhlí I, v půdě organicky hnojené bylo zaznamenáno zvýšení po aplikaci obou typů agrouhlí. Obsah P v půdě byl zvyšován minerálním hnojením a v minerálně hnojené půdě také aplikací agrouhlí II oproti kontrole (tab. 6.9). V půdě hnojené kompostem byl obsah P průkazně zvyšován i agrouhlím I. Obsah K byl průkazně zvyšován aplikací agrouhlí II v minerálně hnojené a oběma typy agrouhlí v organicky hnojené půdě. Vyšší hodnoty obsahu P i K byly zjištěny po agrouhlí II a byly průkazně vyšší než po aplikaci agrouhlí I. Oba typy agrouhlí zvyšovaly obsah Ca a Mg, nárůst byl větší v půdě hnojené kompostem. Obsah S byl zvyšován minerálním hnojením a přidavkem agrouhlí II. Zdrojem S v minerálně hnojených variantách mohl být síran draselný, aplikovaný jako zdroj K.

Nárůst P, K a Mg v půdě s agrouhlím by mohl být vysvětlen vstupem živin v dodaném agrouhlí (Tab. 6.8). Obsah živin je větší v agrouhlí II, což odpovídá vyššímu obsahu P a K v půdě s agrouhlím II.

Vliv hnojení i agrouhlí na obsah Cu byl poměrně malý. Obsah Mn byl průkazně zvyšován agrouhlím I v minerálně i organicky hnojené půdě (tab. 6.10). To by mohlo být vysvětleno zvýšeným obsahem Mn v agrouhlí I. Obsah Zn byl průkazně zvyšován aplikací agrouhlí II v organicky hnojené půdě.

Tab. 11 Obsah živin (Mehlich 3) a pH v půdě po sklizni kukuřice (mg kg⁻¹)

Varianta hnojení	pH	P	K	Mg	Ca	S
1.Kontrola	5,2a	57,0a	67a	75b	1207a	25,8a
2.NPK	5,1a	77,6b	64a	62a	1203a	37,3b
3.NPK+agrouhlí I	6,0c	81,9b	80a	87bc	1303ab	32,5b
4.NPK+agrouhlí II	5,4a	101,6c	100b	95c	1280ab	44,3c
5.Kompost+N	5,4a	64,4a	69a	79b	1145a	24,8a
6.Kompost+N+agrouhlí I	6,3c	81,8b	93b	117d	1447b	22,6a
7.Kompost+N+agrouhlí II	5,8bc	94,9c	117c	122d	1378b	33,8b

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

Tab. 12 Obsah mikroprvků (Mehlich 3) v půdě po sklizni kukuřice (mg kg⁻¹)

Varianta hnojení	Cu	Zn	Al	Fe	Mn	B
1.Kontrola	1,7ab	1,8a	854b	138ab	57a	0,50a
2.NPK	1,7ab	2,2ab	843ab	137ab	59a	0,50a
3.NPK+agrouhlí I	1,4a	2,3ab	789a	132ab	73b	0,63a
4.NPK+agrouhlí II	1,7b	2,8ab	828ab	138ab	55a	0,50a
5.Kompost+N	1,5ab	2,0ab	776a	128a	51a	0,56a
6.Kompost+N+agrouhlí I	1,5ab	3,4ab	815ab	139b	76b	0,75a
7.Kompost+N+agrouhlí II	1,7b	3,6b	798ab	136ab	54a	0,52a

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

8.5 Agrochemické vlastnosti půdy

Obsah živin ve výměnné formě může více odpovídat reálné dostupnosti živin, než obsah živin dle Mehlicha, který charakterizuje spíše potenciální dostupnost. Na obsah výměnného K nemělo vliv minerální hnojení, ale byl průkazně zvyšován aplikací kompostu (tab. 6.11). V minerálně hnojené půdě byl obsah výměnného K průkazně zvyšován přidavkem agrouhlí I, v organicky hnojené oběma typy agrouhlí. Vyšší hodnoty byly zaznamenány po aplikaci agrouhlí II a byly průkazně vyšší než hodnoty naměřené v půdě s agrouhlím I. Obsah výměnného K v půdě byl v souladu s jeho dostupností dle Mehlicha 3.

Obsah výměnného Mg byl průkazně vyšší v organicky hnojené půdě než v kontrole a půdě minerálně hnojené. Obsah Mg byl průkazně zvyšován přidavkem agrouhlí v organicky i minerálně hnojené půdě. Stejně jako obsah výměnného K i obsah výměnného Mg zhruba odpovídal jeho dostupnosti ve výluhu dle Mehlicha 3. Vliv na obsah výměnného Ca byl poměrně malý. Obsah Mn byl průkazně zvyšován minerálním hnojením a průkazně snižován přidavkem agrouhlí I při minerálním hnojení. Také v půdě hnojené kompostem oba typy agrouhlí průkazně snižovaly obsah Mn ve srovnání s kontrolou i minerálně hnojenými variantami s agrouhlím.

Obsah výměnného Na byl průkazně vyšší po aplikaci agrouhlí I. To je v souladu s vysokým obsahem Na v agrouhlí I.

Kationtová výměnná kapacita byla při minerálním hnojení zvyšována agrouhlím I a při hnojení kompostem oběma typy agrouhlí. Vyšší hodnoty po přidavku agrouhlí se průkazně nelišily od kontrolní varianty, ale převyšovaly hodnoty varianty hnojené pouze minerálně, kde byla zaznamenána nejnižší hodnota (tab. 6.12).

Vodivost byla průkazně zvýšena minerálním hnojením, s vyššími hodnotami při současné aplikaci agrouhlí. Také organické hnojení v kombinaci s oběma typy agrouhlí průkazně zvyšovalo hodnotu vodivosti, zatímco bez agrouhlí se vodivost u organicky hnojené varianty nelišila od vodivosti zjištěné v nehnojené kontrole.

Tab. 13 Agrochemické vlastnosti půdy po sklizni kukuřice. 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 Na (mekv kg ⁻¹)	Obsah výměnného Mn (mekv kg ⁻¹)
1.Kontrola	1,0a	6,5b	67,7ab	0,4b	1,0c
2.NPK	0,8a	4,8a	63,1a	0,3a	1,3d
3.NPK+agrouhlí I	1,2a	7,8c	80,1b	0,9c	0,9bc
4.NPK+agrouhlí II	1,6b	8,2cd	68,0ab	0,4b	0,8b
5.Kompost+N	1,1a	7,1bc	68,7ab	0,4b	0,9bc
6.Kompost+N+agrouhlí I	1,4b	9,3d	77,9ab	0,9c	0,5a
7.Kompost+N+agrouhlí II	2,0c	9,9d	74,8ab	0,4b	0,6a

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

Tab. 14 Agrochemické vlastnosti půdy po sklizni kukuřice. Kationtová výměnná kapacita (KVK), vodivost vodního výluhu

Varianta hnojení	KVK (mekv kg ⁻¹)	vodivost vodního výluhu (mS m ⁻¹)
1.Kontrola	76,6ab	5,1a
2.NPK	69,9a	7,3bc
3.NPK+agrouhlí I	91,1b	8,2c
4.NPK+agrouhlí II	79,1ab	8,6c
5.Kompost+N	78,4ab	5,9ab
6.Kompost+N+agrouhlí I	90,5b	6,8b
7.Kompost+N+agrouhlí II	88,1b	7,7bc

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

9. Závěr

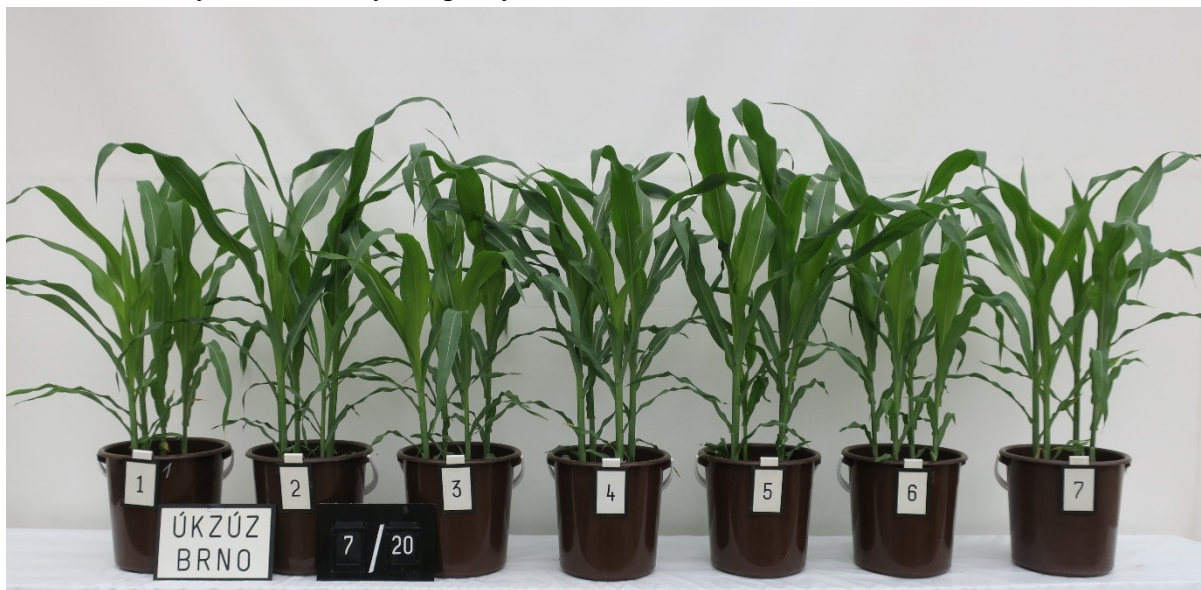
Minerální hnojení zvyšovalo výnos, obsah N a odběr N výnosem. V organicky hnojených variantách byl výnos průkazně zvyšován pouze v kombinaci s agrouhlím II, obsah N v sušině rostlin byl menší než při minerálním hnojení a nižší byl i odběr N výnosem. Obsah P a K v sušině byl naopak vyšší v organicky hnojených variantách a vyšší byl i jejich celkový odběr. Pozorovaný vliv hnojení na rostliny a půdní vlastnosti byl poměrně významně modifikován přidávkou agrouhlí. Oba typy agrouhlí měly na sledované parametry poněkud odlišný vliv. Agrouhlí I snižovalo obsah N a P v sušině i jejich odběr výnosem a neprůkazně snižovalo i výnos. Agrouhlí II výnos a příjem P naopak zvyšovalo v organicky i minerálně hnojené půdě. Agrouhlí I zvyšovalo pH půdy, pozitivní vliv agrouhlí II na pH byl také patrný, ale menší. Agrouhlí I zvyšovalo obsah Mn v půdě, agrouhlí II zvyšovalo obsah P, K a S v půdě. Oba typy agrouhlí zvyšovaly KVK. Výsledky naznačují příznivější vliv agrouhlí II na výnos, což by mohlo být do jisté míry vysvětleno vyšším obsahem živin v tomto typu agrouhlí. Použitá půda se vyznačovala horšími agrochemickými parametry, při kterých může vstup živin i v podobě agrouhlí ovlivnit výnos. Z výsledků vyplývá, že organickým hnojením a přidávkou živinami bohatého agrouhlí může být v méně úrodné půdě dosaženo srovnatelného výnosu při menší spotřebě minerálního dusíku, jako při aplikaci srovnatelného množství živin ve formě plně minerálního hnojení. Pro praktické použití lze tedy doporučit společnou aplikaci živinami bohatého agrouhlí spolu s organickým hnojením v půdě s horšími agrochemickými vlastnostmi.

10. Použitá literatura

- 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.

9. Fotodokumentace

Obr. 1 Rostliny kukuřice 7 týdnů po výsevu ve fázi 7. listu



1. Kontrola nehnojená
2. NPK
3. NPK+agrouhlí I
4. NPK+agrouhlí II
5. NPK+kompost
6. NPK+kompost+agrouhlí I
7. NPK+kompost+agrouhlí II

Obr. 2 Rostliny kukuřice před sklizní

