

**Č.j.: UKZUZ 125381/2019**

**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 roky 2017-2018

**Zpracoval:** Ing. Jaroslav Hynšt, Ph.D.  
Markéta Vodáková  
Ing. Dušan Reininger, Ph.D.

**Schválil:** Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.  
vedoucí Oddělení výživy rostlin

**Předkládá:** Ing. Miroslav Florián, Ph.D.  
ředitel Sekce zemědělských vstupů

Brno, duben 2019

## 1. Úvod

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

**Účel zkoušky:** 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

**Zkoušená plodina v roce 2017 (1. rok zkoušky):** kukuřice, odrůda Pesandor

**Zkoušená plodina v roce 2018 (2. rok zkoušky):** pšenice ozimá, odrůda Gordian

**Celkový rozsah zkoušky:** 7 variant x 4 opakování = 28 vegetačních nádob

**Druh zkoušky:** dvouletá vegetační nádobová zkouška byla založena na jaře 2017 ve vegetační hale v Brně

**Délka trvání zkoušky:** vegetační rok 2017–2018

## 2. Charakteristika použitého agrouhlí 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.

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 kompostu a v půdě minerálně hnojené.

## 2.2 Chemické složení testovaného agrouhlí

**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 celulósových vláken při teplotě 470 °C, doba zdržení 25 min

Analýzy agrouhlí byly provedeny v NRL ÚKZÚZ Plzeň a Opava v dubnu 2016. Výsledky základních chemických analýz jsou shrnuty v tab. 2.1.

**Tab. 2.1** Základní chemické analýzy agrouhlí, obsah živin a rizikových prvků

Parametry	agrouhlí I	agrouhlí II
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 <sub>2</sub> O	10,69	9,68
Hodnota pH v CaCl <sub>2</sub>	11,24	9,11
Vodivost (mS. cm <sup>-1</sup> ), poměr navážky k objemu roztoku 1:25	0,74	0,74
N celkový organický v sušině (%)	0,46	1,42
C celkový (%)	84,40	62,55
C:N	201,1	43,9
P celkový v sušině (%)	0,12	0,64
K celkový v sušině (%)	0,71	1,65
Mg celkový v sušině (%)	0,23	0,42
Ca celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	2,25	5,30
Al celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	1739	7165
Be celkové v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	0,0785	0,141
Co celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	2,562	2,488
Na celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	2336	409,2
Mn celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	2100	174,2
Fe celkové v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	1302	3455
V celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	4,58	5,713
As celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	<1	1,019
Cd celkové v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	<0,1	<0,1
Cr celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	17,47	26,92
Cu celková v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	15,19	25,39
Hg celková v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	<0,005	0,006
Mo celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	<0,2	1,842
Ni celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	12,19	14,74
Pb celkové v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	<1,5	7,383
Zn celkový v sušině (mg. kg <sup>-1</sup> )	18,54	73,88

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

### 2.3 Chemické složení kompostu

Kompost pro hnojení pocházel z kompostárny společnosti Vospol Přepychy. Analýzy byly provedeny v NRL ÚKZÚZ Plzeň v dubnu 2017 (tab. 2.2).

**Tab. 2.2** Chemické složení kompostu

Parametr	Hodnota v sušině
sušina OH (%)	46,1
spal. látky (%)	46,4
N celkový (%)	2,6
pH	7,2
K (%)	2,8
P (%)	1,4

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

### 3. Půda použitá k založení zkoušky

K založení zkoušky byla použita ručně odebraná svrchní vrstva ornice z lokality Šlapanice u Brna (49°10'07.1"N 16°43'38.3"E–hlinitá půda typu černozem). Agrochemické vlastnosti použité půdy jsou uvedeny v tab. 3.1.

**Tab. 3.1** Agrochemické vlastnosti půdy použité k založení zkoušky

půdní reakce pH/CaCl <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub>	obsah živin ve výluhu Mehlich III (mg. kg <sup>-1</sup> ) a hodnocení dle kritérií			
		P	K	Mg	Ca
7,2	nevápnitá	93,1	454	350	4000
neutrální		dobrý	velmi vysoký	velmi vysoký	vysoký

Obsah mikroelementů ve výluhu Mehlich III (mg. kg <sup>-1</sup> ) a hodnocení dle kritérií				
Cu	Zn	Fe	Mn	B
4,53	4,27	346,00	133,50	1,79
střední	střední	střední	střední	vysoký

#### 4. Způsob a dávky hnojení

**Schéma vegetační nádobové zkoušky:** Ve vegetační zkoušce byl porovnáván vliv agrouhlí na plodiny a půdu. Byla testována aplikace dvou typů agrouhlí. Agrouhlí bylo aplikováno do půdy současně hnojené minerálním hnojivem a do půdy organicky hnojené. Celkově bylo založeno 7 variant pokusu (tab. 4.1).

**Tab. 4.1** Schéma vegetační nádobové zkoušky

Varianta	počet nádob	objem nádoby	navážka půdy	Dávka N minerální hnojení (kg N. ha <sup>-1</sup> )	Dávka N organické hnojení (kg N. ha <sup>-1</sup> )	Celková dávka N (kg N. ha <sup>-1</sup> )	Dávka P Minerální hnojení (kg P. ha <sup>-1</sup> )
1.Kontrola	4	12	12	0	0	0	0
2.NPK	4	12	12	400	0	400	30
3.NPK+agrouhlí I	4	12	12	400	0	400	30
4.NPK+agrouhlí II	4	12	12	400	0	400	30
5.Kompost+NPK	4	12	12	100	360	460	0
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	4	12	12	100	360	460	0
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	4	12	12	100	360	460	0

##### 1. Aplikace agrouhlí a hnojiv:

- **agrouhlí I** bylo aplikováno při založení pokusu v celkové dávce, která pro jednotlivé varianty přídatku agrouhlí odpovídala 30 t. ha<sup>-1</sup>.
- **agrouhlí II** bylo aplikováno při založení pokusu v celkové dávce, která pro jednotlivé varianty přídatku agrouhlí odpovídala 30 t. ha<sup>-1</sup>.
- **kompost** byl aplikován při založení pokusu v dávce odpovídající 30 t. ha<sup>-1</sup>.
- aplikované agrouhlí i kompost byly vždy promíchány s celým objemem půdy v každé pokusné nádobě.
- **močovina** byla aplikována ve dvou dávkách. První dávka byla aplikována při založení pokusu, druhá po vyjednocení. Dávky dusíku v minerální formě jsou uvedeny v tab. 4.1, dělení dávek je uvedeno v tab. 4.2. a 4.3.
- **superfosfát** byl aplikován při založení pokusu.
- Dávky minerálních hnojiv jsou uvedeny v tab. 4.2, dávky agrouhlí a organických hnojiv v tab. 4.3.

**Tab. 4.2** Dělení dávek minerálního dusíku

Varianta	dávka N před setím (kg N. ha <sup>-1</sup> )	dávka N po vzejtí (kg N. ha <sup>-1</sup> )
1.Kontrola	0	0
2.NPK	250	150
3.NPK+agrouhlí I	250	150
4.NPK+agrouhlí II	250	150
5.Kompost+NPK		100
6.Kompost+NPK+agrouhlí I		100
7.Kompost+NPK+agrouhlí II		100

**Tab. 4.3** Dávky hnojiv (g. nádoba<sup>-1</sup>)

Varianta	Močovina	Močovina	Superfosfát	Kompost	Agrouhlí I	Agrouhlí II
1.Kontrola						
2.NPK	3	1,8	0,8			
3.NPK+agrouhlí I	3	1,8	0,8		165	
4.NPK+agrouhlí II	3	1,8	0,8			330
5.Kompost+NPK		1,2		165		
6.Kompost+NPK+agrouhlí I		1,2		165	165	
7.Kompost+NPK+agrouhlí II		1,2		165		330

## 5. Technika založení a průběh zkoušky

- Před výsevem kukuřice bylo aplikováno agrouhlí, kompost a část dávky minerálních hnojiv dle variant hnojení
- Výsev kukuřice byl proveden 12. 5. 2017
- Vzcházení rostlin bylo zaznamenáno 17. 5. 2017
- Vyjednocení na 4 vyrovnané rostliny v každé nádobě bylo provedeno 22. 5. 2017
- Druhá dávka dusíku byla aplikována 15. 6. 2017 ve fázi 7. listu
- Pod každou vegetační nádobou byla umístěna miska pro zachycení přebytečné závlivkové vody
- Během vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin, nebyly zjištěny žádné příznaky poškození chorobami ani škůdci, a proto nebyly použity žádné prostředky na ochranu rostlin
- 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 ve dvou termínech – ve fázi 7. listů (19. 6. 2017) a před sklizní (21. 7. 2017)
- Sklizeň byla provedena 25. 7. 2017
- Po sklizni byla zemina v nádobách zhomogenizována, byly odebrány vzorky půdy k agrochemickým analýzám a kořeny byly uloženy do spodní části nádoby
- Do nádob byla poté vyseta pšenice ozimá jako následná plodina. Výsev byl proveden 6. 10. 2017, bylo vyseto 28 semen na jednu nádobu
- Vyjednocení pšenice na 21 vyrovnaných rostlin bylo provedeno 26. 3. 2018 po přezimování
- Během vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin, podle potřeby byly použity povolené přípravky na ochranu rostlin (tab. 5.1)
- Růstové rozdíly mezi variantami byly vyfotografovány před sklizní (30. 6. 2018)
- Sklizeň byla provedena 10. 7. 2018
- 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

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

Přípravek	datum	koncentrace (%)	Škodlivý činitel
Seguris	8. 11. 2017	0,1	padlí
BoogieXPro	2. 1. 2018	0,1	padlí
BoogieXPro	4. 4. 2018	0,1	padlí
Seguris	30. 4. 2018	0,1	padlí
BoogieXPro	9. 5. 2018	0,1	padlí
Pirimor	25. 5. 2018	0,2	mšice

### **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<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> (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 Mehlicha 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 Mehlicha 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 12.

## 6. Výsledky

### 6.1 Výnos sušiny kukuřice v 1. roce pokusu

Výnos kukuřice byl průkazně vyšší po aplikaci kompostu, vliv NPK byl neprůkazný (tab. 6.1, obr. 1 – obr. 6). Vliv minerálního hnojení na výnos mohl být omezován vysokou dostupností živin, zejména dusíku ve výchozí půdě a také značnou schopností kukuřice čerpat živiny. Zvýšení výnosu po aplikaci kompostu mohlo být způsobeno specifickými účinky kompostu na biologickou aktivitu půdy a příjem živin. Aplikace agrouhlí spolu s kompostem však výnos snížila na úroveň ostatních variant, které se nelišily od kontroly. Příčinou pozorovaného poklesu by mohla být sorpce živin na povrchu agrouhlí nebo toxicita. Toxický vliv však není příliš pravděpodobný, nejspíše by se projevil na vzházení rostlin, které však nebylo přítomností agrouhlí viditelně ovlivňováno.

Tab. 6.1 Výnos sušiny kukuřice

Varianty hnojení	Výnos (t. ha <sup>-1</sup> )	Relativní srovnání (%)
1.Kontrola	44,8±1,4bc	100
2.NPK	45,9±0,8b	102
3.NPK+agrouhlí I	43,3±1,5bc	97
4.NPK+agrouhlí II	44,4±1,5bc	99
5.Kompost+NPK	53,1±4,2a	119
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	42,8±2,5bc	95
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	42,0±2,3c	94

### 6.1 Výnos zrna a slámy pšenice ve 2. roce pokusu

Výnos zrna i slámy pšenice byl zvyšován organickým i minerálním hnojením předplodiny (tab. 6.2, obr. 7 – obr. 8). V minerálně hnojených variantách byl výnos zrna i slámy průkazně vyšší, než u kontrolní varianty a organicky hnojených variant. Přídavek samotného kompostu zvýšil výnos zrna i slámy neprůkazně ve srovnání s kontrolou. Současný přídavek agrouhlí I a agrouhlí II s kompostem však výnos zvýšil průkazně oproti kontrole. Výnos slámy při organickém hnojení byl také průkazně vyšší při kombinaci organického hnojení s přídavkem agrouhlí II ve srovnání s variantou hnojenou pouze kompostem bez agrouhlí. Nárůst výnosu je v souladu s hypotézou, že agrouhlí zvýší výnos následné plodiny. Přes poměrně značný nárůst výnosu při kombinaci organického hnojiva a agrouhlí však byl výnos průkazně nižší, než u minerálně hnojených variant



Tab. 6.2 Výnos zrna a slámy pšenice

Varianty hnojení	Výnos zrna (t. ha <sup>-1</sup> )	Relativní srovnání (%)	Výnos slámy (t. ha <sup>-1</sup> )	Relativní srovnání (%)
Kontrola	2,3±0,2a	100	3,1±0,2a	100
NPK	6,4±0,7c	280	7,6±0,5d	245
NPK+agrouhlí I	6,4±0,6c	277	7,5±0,7d	240
NPK+agrouhlí II	7,0±0,4c	303	8,2±0,1d	264
NPK+kompost	2,9±0,2ab	125	3,8±0,3ab	121
NPK+kompost+agrouhlí I	3,4±0,1b	149	4,5±0,3bc	145
NPK+kompost+agrouhlí II	3,8±0,9b	164	5,0±0,9c	162

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

## 6.2 Obsah živin ve sklizených produktech

Obsah N v **sušině kukuřice** byl průkazně zvýšen minerálním hnojením oproti kontrole (tab. 6.3). V rostlinách hnojených organicky byl srovnatelný s kontrolou. Podobný trend měl také obsah vápníku. Obsah P nebyl aplikací hnojiv ani agrouhlí průkazně ovlivněn. Obsah Mg byl průkazně zvyšován minerálním hnojením a minerálním hnojením v kombinaci s agrouhlím I. Obsah Mg u ostatních variant se nelišil od kontroly.

Obsah N, K a Ca v **zrnu pšenice** nebyl ovlivněn hnojením ani agrouhlím (tab. 6.4). Obsah P a Mg v zrnu byl průkazně snižován minerálním hnojením ve srovnání s kontrolou a organicky hnojenými variantami.

Obsah N ve **slámě pšenice** byl průkazně zvyšován minerálním hnojením v kombinaci s agrouhlím I i agrouhlím II. Obsah N v rostlinách organicky hnojených byl zhruba na úrovni kontroly. Obsah K ve slámě pšenice byl v organicky hnojené půdě zvýšen přidavkem obou typů agrouhlí (tab. 6.5). Ostatní varianty hnojení neměly vliv. Minerální hnojení a agrouhlí II snižovalo obsah Mg ve slámě ve srovnání s kontrolou a organicky hnojenými variantami. Na obsah Ca nemělo hnojení vliv. Obsah P ve slámě byl průkazně snižován minerálním hnojením. Organické hnojení nemělo vliv, ale kombinace kompostu a agrouhlí 1 průkazně zvyšovala a kombinace s agrouhlím 2 naopak průkazně snižovala obsah P ve slámě.

Tab. 6.3 Obsah živin v biomase kukuřice (% sušiny)

Varianty hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1.Kontrola	0,799±0,027a	0,071±0,004a	1,738±0,079b	0,137±0,005a	0,347±0,028a
2.NPK	1,199±0,089b	0,073±0,018a	1,595±0,059a	0,157±0,007b	0,439±0,009b
3.NPK+agrouhlí I	1,152±0,058b	0,059±0,017a	1,747±0,019a	0,152±0,005b	0,428±0,034b
4.NPK+agrouhlí II	1,121±0,066b	0,064±0,017a	1,642±0,040a	0,138±0,006a	0,375±0,009b
5.Kompost+NPK	0,911±0,148a	0,078±0,030a	1,661±0,054b	0,138±0,002a	0,336±0,041a
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	0,864±0,081a	0,053±0,014a	1,757±0,048bc	0,144±0,008a	0,354±0,013a
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	0,918±0,073a	0,056±0,009a	1,839±0,089c	0,137±0,008a	0,346±0,011a

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

**Tab. 6.4** Obsah živin v zrnu pšenice (% sušiny)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1.Kontrola	1,383±0,073a	0,472±0,012a	0,523±0,017a	0,142±0,003a	<0,050a
2.NPK	1,378±0,043a	0,386±0,025b	0,519±0,008a	0,119±0,003b	<0,050a
3.NPK+agrouhlí I	1,491±0,136a	0,383±0,051b	0,501±0,036a	0,118±0,010b	<0,050a
4.NPK+agrouhlí II	1,395±0,075a	0,354±0,034b	0,488±0,027a	0,113±0,010b	<0,050a
5.Kompost+NPK	1,300±0,081a	0,452±0,031a	0,522±0,026a	0,143±0,009a	<0,050a
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	1,396±0,141a	0,459±0,014a	0,484±0,006a	0,147±0,007a	<0,050a
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	1,318±0,053a	0,456±0,031a	0,503±0,020a	0,145±0,013a	<0,050a

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

**Tab. 6.5** Obsah živin ve slámě pšenice (% sušiny)

Variety hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1.Kontrola	0,249±0,020ab	0,301±0,024a	2,098±0,089a	0,162±0,009a	0,287±0,019a
2.NPK	0,282±0,033b	0,024±0,007d	2,098±0,065a	0,137±0,028ab	0,315±0,040a
3.NPK+agrouhlí I	0,320±0,043bc	0,056±0,041d	2,208±0,217a	0,154±0,021ab	0,286±0,033a
4.NPK+agrouhlí II	0,324±0,027c	0,024±0,002d	2,342±0,145ab	0,125±0,011b	0,311±0,023a
5.Kompost+NPK	0,237±0,010a	0,261±0,061ab	2,301±0,048a	0,178±0,011a	0,316±0,036a
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	0,263±0,015a	0,391±0,091c	2,582±0,263b	0,177±0,024a	0,291±0,022a
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	0,248±0,019a	0,218±0,047b	2,558±0,244b	0,132±0,014b	0,271±0,012a

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

### 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. Nejvyšší odběr dusíku sklizní **kukuřice** byl zaznamenán po aplikaci minerálního hnojení, nižší po organickém hnojení a nejnižší v nehnojené kontrole (tab. 6.6). Organické i minerální hnojení průkazně zvýšilo odběr N ve srovnání s kontrolou. Odběr u minerálně hnojené varianty byl průkazně vyšší než u organicky hnojené. Dostupnost dusíku v aplikovaném kompostu je nižší ve srovnání s minerálním hnojivem, zřejmě proto měly organicky hnojené rostliny nižší obsah N v biomase a následně i celkový odběr. Aplikací obou typů agrouhlí byl odběr dusíku snižován v organicky i minerálně hnojené půdě. Pokles byl průkazný při organickém hnojení, kdy hodnoty klesly na úroveň nehnojené kontroly. Velmi podobný trend byl také zaznamenán u vápníku. Rozdíly v odběru P byly neprůkazné. Odběr K byl průkazně zvyšován organickým hnojením, zdrojem K mohl být kompost, který ho obsahoval ve značném množství. Současný přídavek agrouhlí s kompostem však odběr K snižoval na úroveň kontroly. Odběr Mg byl průkazně a zhruba srovnatelně zvyšován minerálním i organickým hnojením, při kombinaci hnojení a agrouhlí se však naměřené hodnoty nelišily od kontrolní varianty. Agrouhlí pravděpodobně poutá živiny, především asi dusík, což omezuje jejich dostupnost v půdě a následně i odběr plodinou.

Tab. 6.6 Odběr živin sklizní kukuřice (kg. ha<sup>-1</sup>)

Varianty hnojení	N	P	K	Mg	Ca
1.Kontrola	322,6±4,4c	28,6±0,7a	701,9±25,7b	55,4±2,0cd	203,8±18,7c
2.NPK	499,2±42,9a	30,5±7,9a	664,0±34,9b	65,3±3,2ab	398,5±32,4a
3.NPK+agrouhlí I	454,4±31,1ab	23,5±7,5a	689,1±26,9b	60,0±1,5bc	352,2±20,1ab
4.NPK+agrouhlí II	449,2±34,8ab	25,5±7,3a	657,6±15,6b	55,1±3,9cd	306,1±25,9ab
5.Kompost+NPK	436,7±59,3b	37,1±14,1a	801,3±73,0a	66,5±6,4a	264,3±26,4b
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	337,1±29,8c	20,7±5,7a	686,4±41,0b	56,2±4,6cd	217,3±26,1c
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	350,8±10,7c	21,4±2,4a	705,6±59,0b	52,4±1,9d	221,0±13,2c

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

Odběr dusíku výnosem **pšenice** byl průkazně zvyšován minerálním hnojením (tab. 6.7). Přídavek agrouhlí v minerálně hnojených variantách neměl vliv. Organické hnojení mělo na odběr N průkazný vliv pouze v kombinaci s oběma typy agrouhlí, které odběr dusíku zvyšovaly. Velmi podobný trend byl zaznamenán také v odběru P a K plodinou. Odběr P byl organickým hnojením v kombinaci s agrouhlím zvýšen na úroveň minerálně hnojených variant. Příčinou mohl být vstup P v aplikovaném kompostu a také menší odběr aplikovaného P předplodinou po aplikaci agrouhlí.

Odběr Mg a Ca byl průkazně zvyšován minerálním hnojením, organické hnojení zvýšilo odběr Mg pouze v kombinaci s agrouhlím I a agrouhlím II oproti kontrole. Na odběr Ca nemělo organické hnojení vliv.

Zatímco v prvním roce pokusu agrouhlí snižovalo příjem některých živin, ve druhém roce byl jeho vliv spíše pozitivní. Tento protichůdný vliv by mohl být vysvětlen poutáním živin na aktivním povrchu agrouhlí v prvním roce a jejich uvolňováním do půdy v roce druhém. Je

možné, že značný odběr sklizní první plodiny snížil dostupnost živin natolik, že začaly být čerpány i hůře dostupné formy živin z agrouhlí. To by vysvětlovalo i větší relativní nárůst výnosu v organicky hnojené půdě, kde byl dusík méně dostupný.

**Tab. 6.7** Odběr živin sklizní zrna a slámy pšenice ( $\text{kg. ha}^{-1}$ )

<b>Variety hnojení</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>
1.Kontrola	33,3±3,0a	15,8±1,6a	54,0±4,1a	6,2±0,6a	5,2±0,5a
2.NPK	98,3±16,0d	24,1±1,9b	155,8±22,0a	15,2±3,2c	17,3±4,8b
3.NPK+agrouhlí I	105,6±12,9d	25,4±4,3b	158,6±19,0d	15,9±1,6c	17,8±3,3b
4.NPK+agrouhlí II	109,4±3,6d	24,1±2,2b	181,1±5,0d	15,3±1,5c	19,9±2,0b
5.Kompost+NPK	40,3±0,9ab	18,6±1,6a	73,9±4,2ab	8,4±0,3ab	6,7±1,3a
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	53,1±5,1bc	26,9±3,1b	96,2±8,8bc	10,2±0,8b	8,4±0,8a
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	54,6±11,6c	23,1±2,9b	106,1±27,4c	9,4±1,3b	8,4±2,3a

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

## 6.4 Obsah živin v půdě po sklizni kukuřice

Aplikace agrouhlí je spojena s poměrně velkým vstupem živin a uhlíku do půdy (tab. 6.8). 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. 6.8** Množství živin a uhlíku dodaných v dávce agrouhlí 30 t. ha<sup>-1</sup>

Parametry	agrouhlí I	Dávka živin kg. ha <sup>-1</sup>	agrouhlí II	Dávka živin kg. ha <sup>-1</sup>
Sušina OH (%)	98,2		48,1	
C celkový jako (%)	84,4	24 568,4	62,5	17833,4
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 <sup>-1</sup> )	2,25	655,0	5,30	1511,0

Jak organické, tak i minerální hnojení zvyšovalo obsah P a K po sklizni oproti kontrole (tab. 6.9). Obsah obou prvků byl dále zvyšován přidavkem agrouhlí ve srovnání s půdami hnojenými bez agrouhlí. Obsah fosforu byl organickým i minerálním hnojivem zvyšován průkazně. Agrouhlí I neprůkazně a agrouhlí II průkazně zvýšilo obsah P v minerálně hnojené půdě. Také v půdě hnojené organicky byl obsah P průkazně zvýšen oběma typy agrouhlí. Vyšší hodnoty byly zjištěny po agrouhlí II a byly průkazně vyšší než po aplikaci agrouhlí I.

Obsah K byl neprůkazně zvyšován minerálním hnojením a průkazně aplikací kompostu. V minerálně hnojené půdě byl obsah K dále průkazně zvýšen aplikací agrouhlí I. Agrouhlí II zvýšilo obsah K ještě více a průkazně ve srovnání s agrouhlím I. Přídavek obou typů agrouhlí s kompostem průkazně zvýšil obsah K oproti variantě hnojené samotným kompostem.

Obsah Mg nebyl ovlivněn minerálním hnojením. Byl však průkazně zvyšován oběma typy agrouhlí v minerálně hnojené půdě. Obsah Mg byl také průkazně zvyšován organickým hnojením. V organicky hnojené půdě byl obsah Mg dále průkazně zvyšován oběma typy agrouhlí. 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. Obsah P také mohl být zvýšen nižším odběrem P plodinou po přidavku agrouhlí.

Přestože agrouhlí poměrně výrazně zvyšovalo dostupnost některých živin v půdě, jeho vliv na výnos první plodiny, a především odběr živin v prvním roce byl spíše negativní. Příčinou nižšího odběru mohla být snížená dostupnost některé další živiny nebo mikroprvku v půdě s přidavkem agrouhlí. Limitující živinou mohl být pravděpodobně dusík jehož sorpce na agrouhlí byla opakovaně prokázána.

Obsah Mn byl průkazně zvyšován agrouhlím I v minerálně i organicky hnojené půdě (tab. 6.10). I agrouhlí II zvyšovalo obsah Mn průkazně v minerálně hnojené a neprůkazně v organicky hnojené půdě, ale obsah v půdě s agrouhlím II byl vždy průkazně nižší, než v půdě s agrouhlím I. To by mohlo být vysvětleno zvýšeným obsahem Mn v agrouhlí I.

Agrouhlí I průkazně snižovalo obsah Cu v organicky i minerálně hnojené půdě.

Obsah Zn byl průkazně zvyšován aplikací agrouhlí II v minerálně hnojené půdě a aplikací kompostu. V organicky hnojené půdě byl jeho obsah agrouhlím II dále průkazně zvyšován.

**Tab. 6.9** Obsah živin (Mehlich 3) a pH v půdě po sklizni kukuřice (mg. kg<sup>-1</sup>)

Varianta hnojení	pH	P	K	Mg	Ca
1.Kontrola	7,3±0a	75,3±1,6a	288,2±7,8a	360,7±7a	4511,0±43,0a
2.NPK	7,3±0a	89,7±3,2b	302,9±7,3ab	359,2±3,5a	4564,3±47,8a
3.NPK+agrouhlí I	7,4±0a	92,7±2,4bc	366,7±13,5b	373,9±3,4b	4607,0±91,5a
4.NPK+agrouhlí II	7,3±0a	109,6±9,9d	443,4±22,0c	381,2±4,7b	4632,3±49,8a
5.Kompost+NPK	7,3±0,1a	91,2±1,1b	338,5±25,4b	376,1±9,5b	4433,8±103,2a
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	7,5±0,1a	97,8±2,2c	462,4±34,3c	398,2±10,6c	4549,3±55,4a
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	7,4±0,1a	110,5±2,9d	477,4±48,0c	398,2±6,0c	4539,0±78,6a

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

**Tab. 6.10** Obsah mikroprvků (Mehlich 3) v půdě po sklizni kukuřice (mg. kg<sup>-1</sup>)

Varianta hnojení	Cu	Zn	Al	Fe	Mn	B
1.Kontrola	5,6±0,1b	4,8±0,3ab	689,6±26,9a	337,8±5,6a	160,0±3,3a	2,7±0,3a
2.NPK	5,6±0,3b	4,7±0,2a	692,1±8,4a	354,2±8,7a	158,7±2,8a	2,4±0,3a
3.NPK+agrouhlí I	4,9±0,1a	5,0±0,2b	686,2±20,8a	348,3±6,1a	184,9±4,0c	2,3±0,1a
4.NPK+agrouhlí II	5,4±0,2b	5,4±0,2cd	654,6±25,0a	316,7±10,2a	168,1±5,3b	2,2±0,1a
5.Kompost+NPK	5,4±0,2b	5,3±0,1cd	693,4±27,7a	342,4±12,3a	158,4±2,3a	2,2±0,1a
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	4,9±0,1a	5,3±0,2bc	685,1±18,4a	343,1±5,8a	186,5±4,0c	2,3±0,2a
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	5,5±0,4b	5,6±0,2d	674,3±25,4a	320,3±4,7a	164,3±2,8b	2,4±0,2a

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

## 6.5 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 oběma typy agrouhlí. Vyšší hodnoty byly zaznamenány po aplikaci agrouhlí II a byly průkazně vyšší než hodnoty naměřené v půdě s agrouhlím I. V organicky hnojené půdě byl obsah výměnného K zvyšován oběma typy agrouhlí na zhruba srovnatelnou úroveň. 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 přidávkem 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.

Obsah výměnného Na byl průkazně vyšší ve všech organicky hnojených variantách ve srovnání s minerálně hnojenými variantami NPK a NPK+agrouhlí II. Minerálně hnojená půda s agrouhlím I měla obsah výměnného Na vyšší. Také v půdě organicky hnojené půdě byl zaznamenán nárůst obsahu výměnného Na po aplikaci agrouhlí I. To je v souladu s vysokým obsahem Na v agrouhlí I. Zdrojem Na mohl být také kompost, který byl vyroben z drůbežího trusu a mohl obsahovat Na z krmiva.

Hnojením ani agrouhlím nebyla průkazně ovlivněna celková hodnota kationtové výměnné kapacity (tab. 6.12).

Vodivost byla průkazně zvýšena organickým i minerálním hnojením. Hodnoty vodivosti v minerálně hnojené půdě byly vyšší a průkazně převyšovaly vodivost v půdě organicky hnojené. Hodnota vodivosti byla průkazně zvýšena aplikací obou typů agrouhlí v organicky hnojené půdě. V půdě minerálně hnojené byla vodivost průkazně zvyšována agrouhlím II, vliv agrouhlí I nebyl průkazný. Vyšší hodnoty vodivosti po minerálním hnojení by mohly být vysvětlovány vyšší dostupností minerálního dusíku v minerálně hnojené půdě – při srovnatelné dostupnosti ostatních živin mohl být jedině dusík v dostatečně vysoké koncentraci, aby ovlivnil vodivost.

**Tab. 6.11** Agrochemické vlastnosti půdy po sklizni kukuřice. Obsah výměnného K, Mg, Ca a Mn ve výluhu 0,1 M BaCl<sub>2</sub>

Varianta hnojení	Obsah výměnného K (mekv. kg <sup>-1</sup> )	Obsah výměnného Mg (mekv. kg <sup>-1</sup> )	Obsah výměnného Ca (mekv. kg <sup>-1</sup> )	Obsah výměnného Mn (mekv. kg <sup>-1</sup> )
1.Kontrola	4,1±0,2a	27,6±0,6ab	220,3±4,4a	<0,1a
2.NPK	4,3±0,1a	26,9±1,0a	221,4±7,8a	<0,1a
3.NPK+agrouhlí I	5,6±0,4b	28,1±0,4b	217,7±3,6a	<0,1a
4.NPK+agrouhlí II	6,6±0,5c	28,0±0,3b	217,8±2,5a	<0,1a
5.Kompost+NPK	5,2±0,4b	29,3±0,8c	219,5±5,8a	<0,1a
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	7,5±0,5d	30,3±1,1cd	212,7±9,0a	<0,1a
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	7,3±0,8d	30,4±0,4d	218,7±4,6a	<0,1a

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

**Tab. 6.12** Agrochemické vlastnosti půdy po sklizni kukuřice. Kationtová výměnná kapacita (KVK), vodivost vodního výluhu

Varianta hnojení	KVK (mekv. kg <sup>-1</sup> )	vodivost vodního výluhu (mS. m <sup>-1</sup> )
1.Kontrola	252,1±5,1a	13,5±0,4a
2.NPK	252,7±8,6a	19,7±2,9c
3.NPK+agrouhlí I	251,4±4,3a	21,6±1,6cd
4.NPK+agrouhlí II	252,4±2,9a	23,0±2,2d
5.Kompost+NPK	254,0±6,5a	16,4±0,7b
6.Kompost+NPK+agrouhlí I	250,4±9,7a	19,6±1,5c
7.Kompost+NPK+agrouhlí II	256,4±5,2a	19,4±1,1c

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

## 7. Souhrn výsledků

**Výnos:** Výnos kukuřice v 1. roce pokusu byl zvyšován aplikací kompostu, minerální hnojení nemělo vliv. Pozitivní vliv kompostu však byl omezován, pokud byl aplikován současně s agrouhlím, které výnos snižovalo na úroveň kontroly. Ve 2. roce pokusu byl výnos pšenice vyšší po minerálním hnojení než po hnojení organickém. V organicky hnojených variantách byl zvyšován přídatky agrouhlí I a zejména agrouhlí II. Nárůst výnosu zrna dosahoval 17 % po přidavku agrouhlí I a 31 % po přidavku agrouhlí II.

**Odběr živin výnosem:** vliv hnojení na odběr živin byl poněkud odlišný od vlivu na výnos. Odběr živin byl vyšší při minerálním hnojení. Oba typy agrouhlí v 1. roce snižovaly odběr živin v minerálně i organicky hnojené půdě. Ve 2. roce však byl odběr živin naopak zvyšován přídatkem agrouhlí.

**Půdní vlastnosti:** agrouhlí zvyšovalo obsah živin v půdě po sklizni 1. plodiny. Zdrojem mohly být živiny pocházející z agrouhlí, živiny vázané v agrouhlí a také část živin nevyužitých první plodinou. Agrouhlí je samo o sobě zdrojem živin, především agrouhlí 2, vyrobené z organického materiálu bohatého na živiny.



## 8. Závěr

Agrouhli v prvním roce pokusu zvyšovalo dostupnost živin v půdě, což je v souladu s hypotézou. V rozporu s hypotézou však byl jeho vliv na výnos omezený v minerálně hnojené půdě a negativní v půdě organicky hnojené během prvního roku pokusu.

Výsledky naznačují, že agrouhli poutá část dostupných živin z organických i minerálních hnojiv i při jejich vysokých dávkách, což v roce aplikace omezuje výnos a čerpání živin plodinou. Nejspíše se jedná o určitou formu sorpce. Agrouhli zřejmě poutá především dusík, jehož odběr je následně snižován až o 50 kg. ha<sup>-1</sup> v minerálně hnojené a 100 kg. ha<sup>-1</sup> v organicky hnojené půdě. Během druhého roku se potvrdila hypotéza, že agrouhli zvyšuje výnos

u následné plodiny. Živiny vázané v agrouhli mohou být postupně uvolňovány a využity následnou plodinou, což zvyšuje výnos a odběr živin. Ke zvýšení výnosu mohou přispívat i živiny, které jsou obsaženy v samotném agrouhli, především P a K. Větší vliv na výnos v organicky hnojené půdě by mohl být vysvětlován nižší dostupností živin z aplikovaného organického hnojiva, která zvyšuje význam živin poutaných na uhlí pro výživu rostlin. Nárůst výnosu je však menší, než pokles v prvním roce a projevuje se při poměrně nízkých výnosech. Proto je otázka, do jaké míry může být pozorovaný efekt využitelný v podmínkách přiměřeně intenzivního zemědělství.

## 9. Použitá literatura

- Campbell, C. R. (Ed.), 2000. Reference sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of the United States. Southern Cooperative Series Bulletin 394.
- Jones, J. B., Wolf, B., Mills, H. A., 1991. Plant analysis handbook. Micro-macro publishing, Inc., Athens, Georgia, USA.
- Zbiral, 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.
- Zbiral, 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.
- Zbiral, 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.
- Zbiral, 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 4 týdny po výsevu ve fázi 7. listu, varianty **minerálně hnojené**



1. Kontrola nehnojená
2. NPK
3. NPK+agrouhlí I
4. NPK+agrouhlí II

**Obr. 2** Rostliny kukuřice 4 týdny po výsevu ve fázi 7. listu, varianty **organicky hnojené**



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

**Obr. 3** Rostliny kukuřice 4 týdny po výsevu ve fázi 7. listu, srovnání variant **minerálně a organicky** hnojených



1. Kontrola nehnojená
2. NPK
5. NPK+kompost

**Obr. 4** Rostliny kukuřice před sklizní, varianty **minerálně hnojené**



1. Kontrola nehnojená
2. NPK
3. NPK+agrouhlí I
4. NPK+agrouhlí II

4

**Obr. 5** Rostliny kukuřice před sklizní, varianty **organicky hnojené**



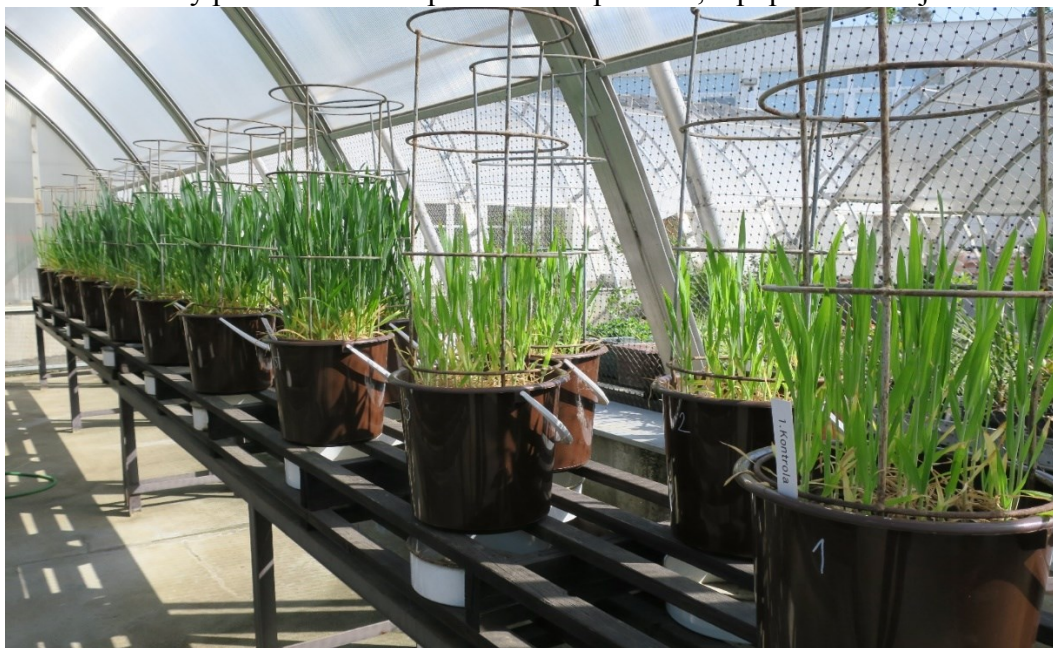
1. Kontrola nehnojená
5. NPK+kompost
6. NPK+kompost+agrouhlí I
7. NPK+kompost+agrouhlí II

**Obr. 6** Rostliny kukuřice před sklizní, srovnání variant **minerálně a organicky hnojených**



1. Kontrola nehnojená
2. NPK
5. NPK+kompost

**Obr. 7** Rostliny pšenice ozimé v průběhu sloupkování, v popředí nehnojená kontrola



**Obr. 8** Rostliny pšenice ozimé před sklizní.



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