



Ing. Šárka Buráňová

# Vliv přidavku agrouhlí do pěstebního substrátu na růst a výnos rostlin

## Influence of biochar addition to growing substrate on plant growth and yield

### Souhrn

Agrouhlí, též nazývané agrouhel či biouhel (předponu „bio“ však nelze podle zákona použít pro označení hnojiv a pomocných látek), v angličtině biochar, je materiál vyráběný pyrolýzou organické hmoty, tedy podobným procesem, jakým je vyráběno např. dřevěné uhlí. Jako pomocná půdní látka podléhá při uvádění do oběhu registraci u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (dále jen ÚKZÚZ) podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd. Vzhledem k velké variabilitě možných vlivů agrouhlí na rostliny lze jeho přínos (v různých kombinacích se substráty a plodinami) potvrdit nebo vyvrátit pouze praktickým testováním. Z tohoto důvodu byl vliv agrouhlí na výnos a kvalitu produkce vybraných zahradních plodin ověřován ve vegetační nádobové zkoušce ÚKZÚZ.

### Summary

Biochar is a material produced by pyrolysis of organic matter; it is a similar process by which e.g. charcoal is manufactured. It is necessary to register biochar at Central Institut for Supervising and Testing in Agriculture (further only ÚKZÚZ) when it is placed on the market according to the Law No. 156/1998 Coll., about fertilisers. The large variability of biochar possible effects in various combinations with substrates and crops can be confirmed or refuted only by direct practical testing. For this reason, biochar impact on yield and quality of selected horticultural crops was tested in the pot trials performed by ÚKZÚZ.

Agrouhlí by v půdě mělo působit jako zdroj stabilní organické hmoty a podpořit mechanismy udržující její úrodnost. Pozitivní vliv je nejvíce patrný v tropických půdách, které mají obsah humusu velmi nízký. V půdách našich zeměpisných šířek je ale obsah humusu přirozeně vyšší, což by mohlo vysvětlovat menší vliv agrouhlí obvykle pozorovaný v půdách našeho klimatického pásma (Klos et al. 2014).

Diskutován je také přidavek agrouhlí do různých pěstebních substrátů. Nicméně, pěstební substráty tvoří zpravidla téměř výhradně organický materiál, především rašelina, a další zvyšování obsahu organické hmoty tak do značné míry ztrácí smysl. Přidavek agrouhlí může zvýšit obsah organického uhlíku, nemusí to však nijak ovlivnit růst a výnos pěstovaných plodin. Pokud organická hmota v substrátu dokáže poutat vodu, udržovat jeho strukturu a příznivé agrochemické vlastnosti v dostateč-

Tab. 1 – Deklarované vlastnosti pěstebního substrátu

| Vlastnost                                            | Hodnota |
|------------------------------------------------------|---------|
| Spalitelné látky (% sušiny) min.                     | 55,0    |
| Hodnota pH                                           | 5,0–7,0 |
| Částice nad 20 mm (%) max.                           | 5,0     |
| Vlhkost (%) max.                                     | 65,0    |
| Elektrická vodivost, vodní výluh 1w:25v (mS/cm) max. | 1,2     |

Tab. 2 – Agrochemické vlastnosti půdy z lokality Šlapanice u Brna

| Půdní reakce<br>pH/CaCl <sub>2</sub> | CaCO <sub>3</sub> | Obsah živin ve výluhu Mehlich III mg/kg<br>a kritéria hodnocení |              |              |        |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------|
|                                      |                   | P                                                               | K            | Mg           | Ca     |
| 7,2                                  | nevápnitá         | 93,1                                                            | 454          | 350          | 4000   |
| neutrální                            |                   | dobrý                                                           | velmi vysoký | velmi vysoký | vysoký |

Tab. 3 – Výnos plodů papriky

| Varianta hnojení        | Výnos plodů (g) | Výnos plodů (ks) | Počet poškozených plodů (ks) |
|-------------------------|-----------------|------------------|------------------------------|
| Nehnojená kontrola      | 1057,0 b        | 16,38 c          | 3                            |
| NPK                     | 1459,6 a        | 26,75 a          | 2                            |
| Agrouhlí I 0,1 % + NPK  | 1363,2 ab       | 21,88 abc        | 6                            |
| Agrouhlí I 1 % + NPK    | 1329,7 ab       | 23,50 ab         | 4                            |
| Agrouhlí I 5 % + NPK    | 1255,2 ab       | 18,25 bc         | 1                            |
| Agrouhlí II 0,1 % + NPK | 1218,2 ab       | 19,63 bc         | 4                            |
| Agrouhlí II 1 % + NPK   | 1394,7 ab       | 21,50 abc        | 18                           |
| Agrouhlí II 5 % + NPK   | 1267,2 ab       | 19,13 bc         | 15                           |

Pozn.: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly. Analýza rozptylu (ANOVA) s následným podrobnějším vyhodnocením Tukeyho testem na hladině významnosti  $p < 0,05$

né míře, nemusí mít agrouhlí znatelný vliv. Lepší růst rostlin v pěstebním substrátu s agrouhlím tedy zdaleka není pravidlem a nelze automaticky předpokládat vyšší výnos nebo kvalitu produkce.

### Materiál a metody

K založení pokusu byla použita směs Zahradnického substrátu B od výrobce Rašelina a. s. a půdy z lokality Šlapanice u Brna (černozem). Vlastnosti substrátu jsou uvedeny v tabulce 1, agrochemické vlastnosti použité půdy v tabulce 2.

V nádobovém pokusu byl přidavek agrouhlí aplikován ve stupňovaných dávkách: 0,1; 1 a 5 hmotnostních %. Vlastnosti agrouhlí se mohou významně lišit podle postupu výroby, proto byly testovány dva odlišné produkty:

**Agrouhlí I:** vyrobeno z dřevního odpadu z těžby při teplotě 800 °C, doba zdržení v reaktoru 35 min, **agrouhlí II:** vyrobeno z digestátu kukuřice a celulózových vláken při



teplotě 470 °C, doba zdržení v reaktoru 25 min.

Minerální hnojiva byla aplikována 3 až 4 týdny po výsadbě. Jako zdroj dusíku byl použit síran amonný, zdrojem fosforu byl trojitý superfosfát a draslík byl dodán ve formě síranu draselného.

### Pokus 1 a hodnocené parametry

Jako zkoušená plodina byla použita paprika roční (*Capsicum annuum* L.), odrůda 'Superamy F1'. Paprika byla pěstována ve směsi zahradnického substrátu a půdy. Poměr objemu půdy a substrátu byl 1 : 1 (4,5 l substrátu a 4,5 l zeminy). Na hnojených variantách bylo v minerálních hnojivech dodáno 200 mg/l substrátu N, 130 mg/l P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (57 mg/l P) a 150 mg/l K<sub>2</sub>O (124 mg/l K).

Během vegetace byly postupně sklizeny zralé plody. Při jednotlivých sklizních byla zaznamenána hmotnost každého plodu a byl stanoven celkový počet a celková hmotnost

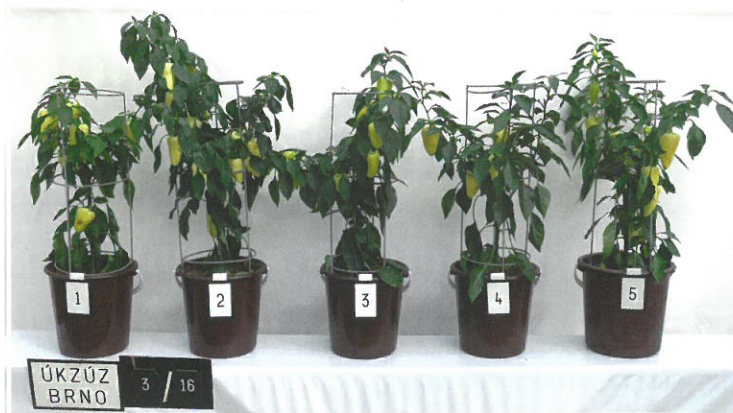
plodů z každé rostliny. Při třetí sklizni byl odebrán reprezentativní vzorek paprik k následujícím stanovením: sušina při 105 °C, obsah N, P, K, Ca, Mg a vitamínu C, polyaromatických uhlovodíků (dále jen PAU) a rizikových prvků.

### Pokus 2 a hodnocené parametry

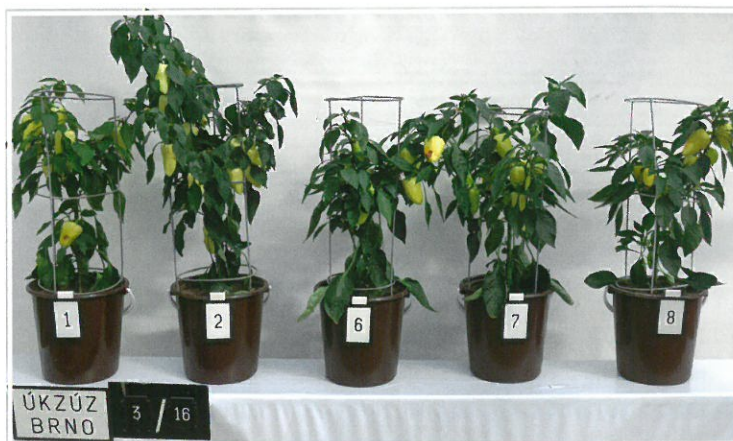
Zkoušenou plodinou byla pelargonie páskatá (*Pelargonium zonale* L.), odrůda 'Lucie F1'.

Pelargonie byly pěstovány v zahradnickém substrátu. Na hnojených variantách bylo v minerálních hnojivech dodáno 150 mg/l substrátu N, 125 mg/l P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (55 mg/l P) a 150 mg/l K<sub>2</sub>O (124 mg/l K).

Počet květů na rostlinu byl hodnocen v deseti termínech, byla odlomena květenství s více než třemi odkvetlými kvítky (20 %), nekvetoucí květy byly ponechány a byl stanoven počet květenství na rostlinu celkem. V závěru pokusu byla stanovena hmotnost celých rostlin.



Obr. 2 – Rostliny papriky 16. 8. 2016; varianty: kontrola, NPK a agrouhlí I v dávkách 0,1 %; 1 %; 5 % + NPK



Obr. 3 – Rostliny papriky 16. 8. 2016; varianty: kontrola, NPK a agrouhlí II v dávkách 0,1 %; 1 %; 5 % + NPK



Obr. 1 – Rostliny papriky dne 7. 7. 2016; všechny varianty

Tab. 4 – Obsah živin v plodech papriky

| Varianta hnojení        | Obsah základních živin a sušiny % |      |      |      |       |      | Vitamin C (mg/100 g) |
|-------------------------|-----------------------------------|------|------|------|-------|------|----------------------|
|                         | Sušina                            | P    | K    | Mg   | Ca    | N    |                      |
| Nehnojená kontrola      | 6,8                               | 0,33 | 4,01 | 0,16 | 0,09  | 2,87 | 249,3                |
| NPK                     | 6,8                               | 0,35 | 4,78 | 0,13 | 0,07  | 3,15 | 242,0                |
| Agrouhlí I 0,1 % + NPK  | 7,1                               | 0,36 | 4,17 | 0,13 | <0,05 | 2,98 | 236,6                |
| Agrouhlí I 1 % + NPK    | 6,7                               | 0,36 | 4,29 | 0,14 | <0,05 | 3,07 | 220,2                |
| Agrouhlí I 5 % + NPK    | 6,2                               | 0,38 | 4,65 | 0,15 | 0,07  | 3,13 | 217,1                |
| Agrouhlí II 0,1 % + NPK | 6,8                               | 0,35 | 4,37 | 0,13 | 0,07  | 2,94 | 233,2                |
| Agrouhlí II 1 % + NPK   | 6,6                               | 0,33 | 3,99 | 0,14 | 0,07  | 2,92 | 241,4                |
| Agrouhlí II 5 % + NPK   | 7,0                               | 0,35 | 4,52 | 0,13 | <0,05 | 2,94 | 237,0                |

## Výsledky

### Pokus 1

Vliv agrouhlí na výnos se výrazněji neprojevil. Samostatné hnojení NPK mělo vyšší vliv na výnos papriky, než hnojení NPK společně s přidavkem agrouhlí do substrátu (viz tab. 3 a obr. 1, 2 a 3). Ačkoli byl výnos plodů na variantách s přidavkem 0,1–1 % agrouhlí průkazně zvýšen ve srovnání s kontrolou, byl o 6–23 % nižší oproti variantě hnojené pouze NPK. Nebyl také zaznamenán jednoznačný vliv na obsah minerálních živin a obsah vitamínu C v plodech. Aplikace agrouhlí nezvýšila obsah rizikových prvků ani obsah PAU ve sklizených plodech (tab. 4). Po přidavku vyšších dávek agrouhlí II byl pozorován zvýšený výskyt poškozených plodů (obr. 4).

### Pokus 2

Vliv obou typů agrouhlí na rostliny pelargonie byl poměrně malý (viz obr. 5 a 6). Byl zaznamenán



pozitivní vliv agrouhlí I v dávce 1 % na počet květů a průměrnou hmotnost rostlin (tab. 5). Zjištěné hodnoty byly po přidávku agrouhlí I spíše nižší nebo na úrovni minerálního hnojení a nebyly průkazně odlišné od hodnot zaznamenaných u rostlin hnojených pouze NPK. Aplikace agrouhlí II také neměla příliš jednoznačný vliv na sledované parametry.

## Diskuse

Vliv přidavku agrouhlí na výnos rostlin v substrátu byl spíše neprůkazný. To je v souladu s výsledky dalších studií, ve kterých byl srovnatelný výnos pozorován s agrouhlím i bez agrouhlí (Steiner et Harttung 2014; Blok et al. 2016). Zvýšení výnosu papriky v substrátu s přidavkem 1–5 hmotnostních % agrouhlí popisují Graber et al. (2010). Pozorovaný efekt vysvětlují příznivým vlivem agrouhlí na růst podporující rhizobakterie nebo pří-



Obr. 5 – Stav pelargonii dne 16. 8. 2016; varianty: kontrola, NPK a agrouhlí I v dávkách 0,1 %; 1 %; 5 % + NPK



Obr. 6 – Stav pelargonii dne 16. 8. 2016; varianty: kontrola, NPK a agrouhlí II v dávkách 0,1 %; 1 %; 5 % + NPK



Obr. 4 – Fyziologické skvrny na plodech papriky, sklizeň 13. 7. 2016; varianta agrouhlí II 5 % + NPK

Tab. 5 – Počet květů pelargonie a hmotnost rostlin pelargonie v čerstvém stavu

| Varianta hnojení        | Počet květů | Hmotnost rostlin (g) |
|-------------------------|-------------|----------------------|
| Nehnojená kontrola      | 87,0 b      | 168,7 c              |
| NPK                     | 113,4 a     | 243,4 ab             |
| Agrouhlí I 0,1 % + NPK  | 110,0 a     | 216,5 abc            |
| Agrouhlí I 1 % + NPK    | 115,4 a     | 262,4 a              |
| Agrouhlí I 5 % + NPK    | 100,6 ab    | 204,9 bc             |
| Agrouhlí II 0,1 % + NPK | 107,1 a     | 177,8 c              |
| Agrouhlí II 1 % + NPK   | 99,4 ab     | 177,4 c              |
| Agrouhlí II 5 % + NPK   | 108,5 a     | 210,0 bc             |

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

Analýza rozptylu (ANOVA) s následným podrobnějším vyhodnocením Tukeyho testem na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

znivým působením organických molekul z agrouhlí na rostliny. Agrouhlí může být doporučováno v poměrně velkém podílu jako náhrada některých složek substrátu, především rašeliny. Rašelina je považována za neobnovitelný zdroj a cílem řady studií je tak spíše najít alternativní suroviny pro výrobu substrátu s co nejmenším negativním dopadem na výnos než přidáváním agrouhlí výnos zvyšovat (Steiner a Harttung 2014).

Výnos rostlin v substrátu byl po přidávku agrouhlí s NPK nižší než při samostatném hnojení NPK bez agrouhlí. Po přidávku agrouhlí bylo v některých případech dokonce zaznamenáno poškození plodů papriky, patrně v důsledku fyziologických poruch. Příčinou negativního vlivu agrouhlí na rostliny může být vysoká hodnota pH, spojená s přítomností Ca, K a Mg v podobě hydroxidů a uhličitů, přítomnost řady toxických organických sloučenin včetně PAU a vysoká koncentrace

solí (Blok et al. 2016; Lehmann et al. 2011).

## Závěr

Přídavek agrouhlí do pěstebního substrátu měl spíše neprůkazný, nebo dokonce i negativní vliv na pěstované rostliny v porovnání se samostatnou aplikací NPK hnojiva bez agrouhlí. Z výsledků vyplývá, že agrouhlí v testovaných dávkách sice nepředstavuje významnější riziko kontaminace PAU nebo rizikovými prvky, ale ani přínos zvýšením výnosu nebo kvality. Při jeho vyšších dávkách zároveň nelze vyloučit poškození rostlin a plodů.

Text a foto

Ing. Šárka Buráňová,

Ing. Jaroslav Hynšt, Ph.D.,

ÚKZÚZ, Sekce zemědělských vstupů

Článek byl odborně recenzován.

Použitá literatura je k dispozici u autorů.