

# SPECIALIZOVANÝ ORGANICKÝ SUBSTRÁT S VYŠŠÍ PŘIDANOU HODNOTOU A JEHO VYUŽITÍ

## SPECIALISED ORGANIC SUBSTRATE WITH HIGHER ADDED VALUE AND ITS USE

*T. Šimon, S. Ust'ak*

*Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha*

### Abstract

For the production of the organic substrate, matured standard compost, coal dust, stabilized paper mill sludge and sand (2:1:1:1 all in dry weight) were used. The substrate was enriched with beneficial soil microorganisms by adding inoculant (1:10 inoculant/substrate). The suitability of the substrate for vegetable growing has been tested in pot growing experiments. As the control variant, the soil without the addition of a substrate was used. The mixture of organic substrate with soil (1: 1) was the best in lettuce cultivation in two consecutive cycles, a statistically significant increase was particularly evident in aboveground biomass production. Similar results were obtained with radish. The soilless substrate itself, after two stages of cultivation of these vegetables, became the best environment for summer spinach growth. The plants grown in it were robust and formed the most biomass both in comparison with the control soil and the soil and substrate mixture.

**Keywords:** organic substrate, growing experiments, vegetables, growth, biomass production

### 1. ÚVOD

Stoupající produkce bioodpadů a dalších organických materiálů s sebou přináší zvýšenou potřebu kompostování a lepšího zhodnocení vyrobených kompostů při vývoji specializovaných organických hnojiv a substrátů s vyšší přidanou hodnotou. Surovinová skladba substrátů musí zajistit přítomnost rozložitelných organických látek a dostatek živin pro růst rostlin (Váňa, 1994). Kompost vyrobený řízenou aerobní fermentací zhomogenizovaných bioodpadů rostlinného a živočišného původu tyto předpoklady bezezbytku splňuje. Vedle kompostu lze při přípravě organických hnojiv a substrátů využít jako druhotnou surovinu i odpadní látky, které mohou vylepšit půdní vlastnosti. Mezi tyto odpady je možné zařadit kaly z čistíren odpadních vod a další odpadní látky vznikající při průmyslové výrobě jako je papírenský průmysl a při důlní činnosti. Jednou z možností, jak ekologicky zužitkovat odpadní látky vznikající při výrobě papíru a při těžbě hnědého uhlí je připravit organický substrát na bázi kompostu a jako doplňkovou složku použít uhelný prach ve směsi se stabilizovaným papírenským kalem. Uhelný prach má částice s průměrem do 2 mm a vzniká při těžbě, nakládání, dopravě a skladování uhlí. Uhelný prach v ovzduší je zdraví škodlivý a při manipulaci s ním je nutné jeho zvlhčování. Kaly vznikající při výrobě celulózy a papíru jsou často využívány k výrobě kompostů a rekultivačních substrátů. Kvalita kalů se liší podle charakteru výroby a podle separace při čištění. Na rozdíl od kalů z čistíren odpadních vod nejsou papírenské kaly zatíženy hygienickými riziky a obvykle ani cizorodými látkami. Chong (2005) uvádí mezi řadou použitelných odpadů papírenské kaly jako

vhodný přídavek pro výrobu kompostů často v množství vyšším než 50 % objemových.

Komerčně vyráběné organické substráty mohou vykazovat značné rozdíly ve schopnosti podpořit růst a/nebo výživu pěstovaných rostlin. Tyto rozdíly mohou být způsobeny různým složením mikrobiálních společenstev přítomných v substrátech, zejména pokud jsou k jejich přípravě použity kompostované organické materiály (Bukovská et al., 2016). Za účelem zlepšení biologické kvality a zvýšení využitelnosti v zemědělství a zahradnictví je specializovaná hnojiva a substráty připravené mícháním vyzrálého kompostu a odpadních látek možné oživit vybranými skupinami prospěšných půdních mikroorganismů. Tato skupina půdních mikroorganismů kolonizuje kořeny rostlin, fixuje vzdušný dusík a produkcí a uvolňováním metabolitů zpřístupňuje živiny z půdy a stimuluje růst rostlin (Pérez-Montano et al., 2014).

Cílem naší práce bylo připravit organický hnojivý substrát skládající se z kompostu a dalších přídatných látek obohacený půdními mikroorganismy a testovat jeho využití při pěstování zeleniny.

### 2. MATERIÁL A METODY

#### 2.1. Vývoj organického substrátu na bázi kompostu s obsahem přídatných látek

Základní organický substrát před obohacením prospěšnými půdními bakteriemi byl tvořený 4 kg vyzrálého standardního kompostu vyrobeného aerobní fermentací zhomogenizovaných bioodpadů rostlinného a živočišného původu, 2 kg uhelného prachu prosetého

přes síto s velikostí otvorů 2 mm, 2 kg stabilizovaného papírenského kalu a 2 kg písku (vše v přepočtu na sušinu). Uvedené poměry jednotlivých složek umožňují dlouhodobé přežívání inokulačních bakterií a nesnižují agronomickou kvalitu produktu. Jednotlivé složky byly důkladně promíchány a uloženy do plastového pytle. Do takto připraveného substrátu byl v poměru 1:10 (hmotn. inokulant/substrát) homogenně přimíchán inokulační přípravek na bázi sterilní rašeliny obsahující kultury symbiotických N<sub>2</sub> fixujících bakterií rodu *Rhizobium*, volně žijících nitrogenních bakterií rodu *Azotobacter* a P-solubilizujících bakterií rodu *Bacillus*. Plastový pytel byl zataven, opatrně promíchán a ponechán bez přístupu světla při teplotě místnosti po dobu 2 dní. Po této době byla mikrobiologickým rozbořem stanovena přítomnost inokulačních bakterií v substrátu, současně bylo změřeno pH a vlhkost finálního produktu. Shora uvedeným způsobem vyrobený substrát měl pHH<sub>2</sub>O 7,3, vlhkost 35,6 % a obsahoval 8,9x10<sup>7</sup> živých buněk bakterií rodu *Rhizobium*, 1,2x10<sup>5</sup> živých buněk bakterií rodu *Azotobacter* a 2,6x10<sup>7</sup> živých buněk bakterií rodu *Bacillus* na g výrobku. Obsah základních živin stanovených chemickým rozbořem byl N=1,08, P=0,42 a K=0,72 % v sušině. Organický substrát byl skladován bez přístupu světla při teplotě místnosti. Vhodnost takto připraveného organického substrátu pro pěstování zeleniny byla testována v nádobových vegetačních pokusech.

## 2.2. Nádobové pokusy s organickým substrátem

Substrát byl testován ve třech etapách pěstování v nádobových vegetačních pokusech s cílem posoudit růst a tvorbu biomasy vybrané rané zeleniny (salát, ředkvička) a letního špenátu v samotném substrátu a ve směsi substrátu 1:1 se zeminou. Jako kontrolní varianta byla použita samotná zemina bez přídavku substrátu.

Varianty pokusu měly 4 opakování. Pokusy byly založeny ve vegetační hale v nádobách o průměru 150 mm a výšce 130 mm, zemina pro pokus - hnědozem na spraši - byla odebrána z dlouhodobě nehnějené parcely pokusu Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. v Praze-Ruzyni a proseta přes 20mm síto. Do každé nádoby bylo seto 6 semen letního ledového hlávkového salátu (*Lactuca sativa* L., odrůda Pražan), 6 semen ředkvičky seté (*Raphanus sativus* L., odrůda Věra) a v poslední etapě pěstování 6 semen letního špenátu (*Spinacia oleracea* L., odrůda Viking). Po vyklíčení bylo provedeno jednocení na 2 rostlin na nádobu. Nádoby byly během vegetace pravidelně zalévány na 70 % maximální půdní vodní kapacity (viz Obr. 1 až 3).



Obr. 1. Nádobové pokusy, první etapa



Obr. 2. Nádobové pokusy, druhá etapa



Obr. 3. Nádobové pokusy, třetí etapa

Ve sklizňové zralosti byly rostliny odebrány z nádob a stanoveny jejich průměrné růstové a výnosové parametry. Vedle sledování růstu a vývoje rostlin a stanovení hmotnosti nadzemní hmoty, kořenů a bulev byly též provedeny chemické analýzy vzorků zelenin v jednotlivých etapách pěstování a stanoveny základní

živiny v sušině sledovaných zelenin. Data byla hodnocena analýzou variance s následným Tukey HSD testem hodnotícím rozdíly mezi jednotlivými variantami pokusů.

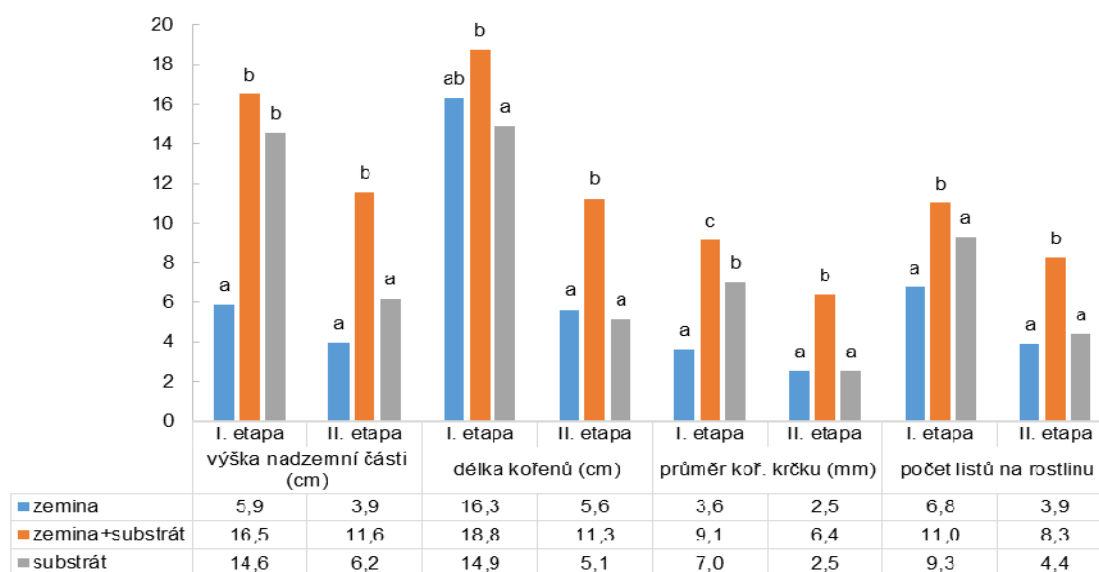
## VÝSLEDKY A DISKUSE

V první etapě pěstování bylo poněkud horší klíčení rostlin zaznamenáno v samotném substrátu než v zemině. Během vegetace se začaly výrazně projevovat rozdíly mezi jednotlivými variantami pokusu. Směs zeminy+substrátu obsahující živiny dodané především kompostovou složkou, navíc obohacená prospěšnými půdními bakteriemi poskytla nejlepší prostředí pro růst salátu. Rostliny byly robustní se silným kořenovým krčkem, zvýšení všech hodnocených parametrů bylo v porovnání se zeminou statisticky významné (obr. 1a). Markantní rozdíly (až 9násobné) byly zvláště patrné u produkce nadzemní hmoty (obr. 1b). V kontrolní zemině rostl salát s nízkým vzrůstem, kratšími kořeny, nižším počtem listů a výrazně nižší čerstvou hmotou listů a kořenů v porovnání s ostatními variantami pokusu.

Růst salátu v čistém substrátu bez zeminy byl lepší než v samotné zemině avšak vzhledem k nadbytku živin, který limitoval růst, horší než u směsi substrátu a zeminy (obr. 1a,b). Po první etapě pěstování se pokračovalo v pěstování zeleniny v opačném pořadí pokusných nádob. Při druhém cyklu rostl salát v kontrolní zemině špatně, s nízkým vzrůstem, kratšími

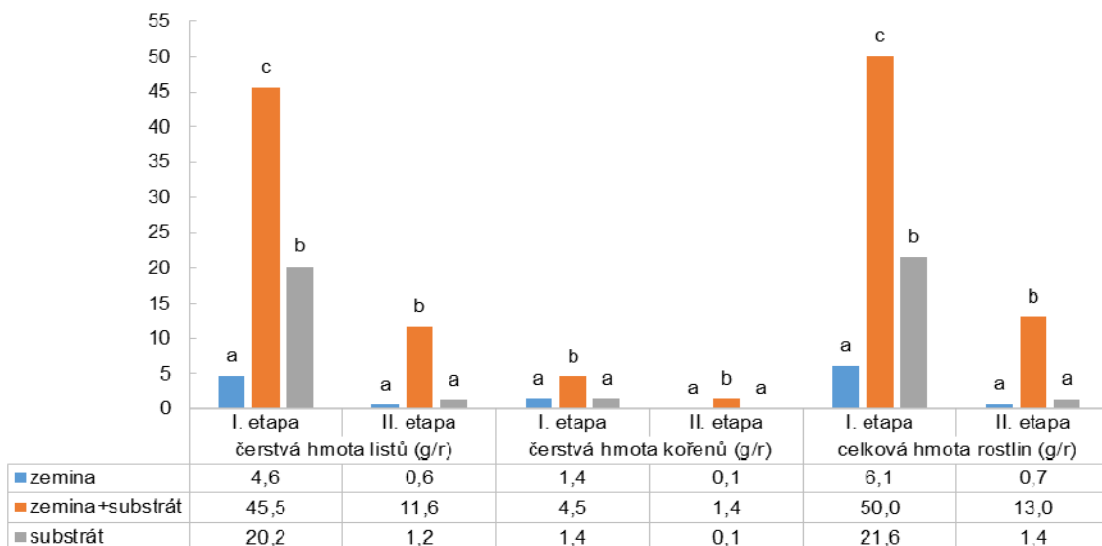
kořeny, nižším počtem listů a výrazně nižší čerstvou hmotou listů a kořenů než u ostatních variant pokusu. (obr. 1a, 1b). Směs zeminy+substrátu byla nejlepší, rostliny byly jako v prvním cyklu pěstování robustní se silným kořenovým krčkem. Zvýšení všech hodnocených parametrů bylo v porovnání se zeminou i samotným substrátem statisticky významné, markantní (několikanásobné) rozdíly byly zvláště patrné u produkce nadzemní hmoty (obr. 1b). Růst salátu v čistém substrátu bez zeminy byl lepší než v samotné zemině, avšak výrazně horší než u směsi substrátu a zeminy. Při porovnání obou etap pěstování byly u druhé etapy patrné nižší hodnoty všech růstových parametrů salátu, což souviselo s částečným odčerpáním živin předchozím pěstováním ředkvičky a též vysokými teplotami v předletním období pěstování.

Nejllepší růst ředkvičky byl podobně jako u salátu v první etapě pěstování zaznamenán ve směsi zemina+substrát, horší růst potom v zemině a samotném substrátu (obr. 2). U rostlin pěstovaných ve směsi substrátu a zeminy bylo prokázáno statisticky významné zvýšení všech hodnocených parametrů v porovnání s kontrolní zeminou i samotným substrátem, hmotnost bulev byla o 50 % vyšší než u zeminy. Ředkvičky pěstované v substrátu bez zeminy tvořily větší hmotu listů než v zemině, ale hmotnost bulev byla nižší o 40 %.



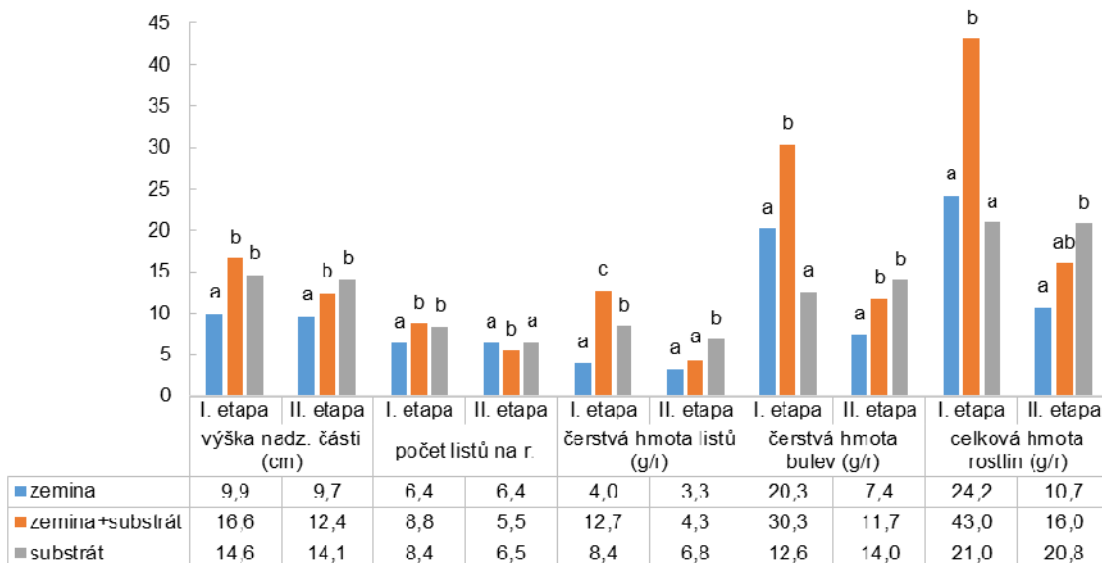
Pozn. Sloupce označené stejnými písmeny se statisticky významně neliší (ANOVA, Tukey HSD test,  $p > 0,05$ )

Obr. 1a: Růstové vlastnosti salátu pěstovaného ve dvou etapách (průměrné hodnoty)



Pozn. Sloupce označené stejnými písmeny se statisticky významně neliší (ANOVA, Tukey HSD test,  $p > 0,05$ )

Obr. 1b.: Tvorba nadzemní biomasy a kořenů salátu ve dvou etapách pěstování (průměrné hodnoty)



Pozn. Sloupce označené stejnými písmeny se statisticky významně neliší (ANOVA, Tukey HSD test,  $p > 0,05$ )

Obr. 2: Růstové a výnosové charakteristiky ředkvičky ve dvou etapách pěstování (průměrné hodnoty)

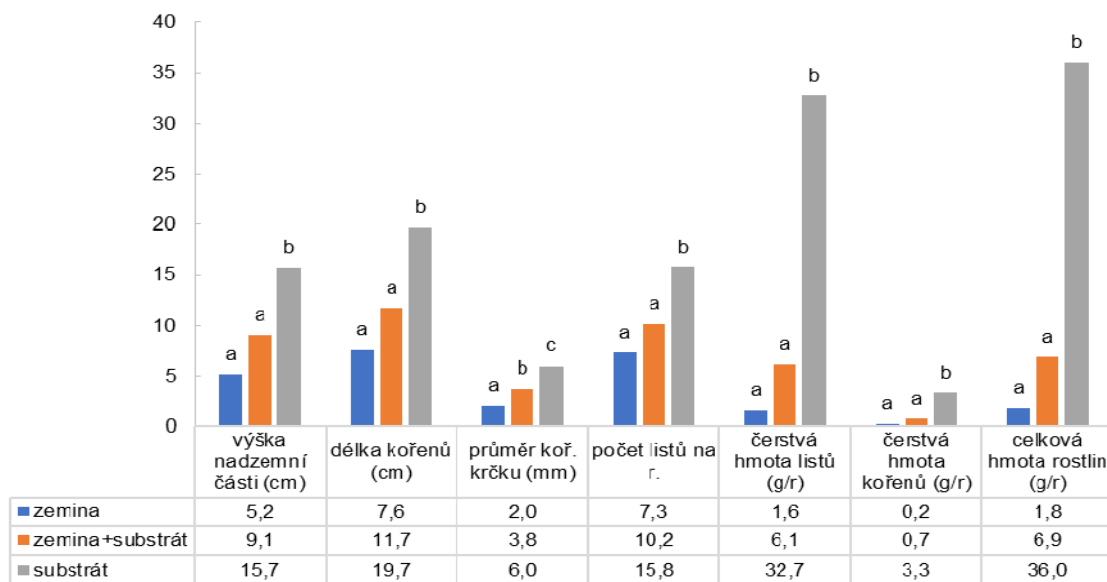
Ke změně v růstových vlastnostech ředkvičky došlo ve druhé etapě pěstování. U směsi zeminy+substrátu došlo vzhledem k předchozímu pěstování salátu, který vytvořil velké množství hmoty, k částečnému odčerpání živin, avšak produkce bulev i listů v této směsi byla stále statisticky významně vyšší

než u samotné zeminy (viz obr. 2). Naopak růst ředkvičky při druhé etapě pěstování v samotném substrátu bez zeminy byl výrazně lepší než u prvního cyklu, substrát i po předchozím pěstování salátu obsahoval dostatek živin, což se projevilo dobrým růstem rostlin ředkvičky, které vytvořily větší hmotu listů a bulev i v porovnání se směsí zemina+substrát.

V porovnání s kontrolní zeminou měly 2krát větší hmotnost bulev i listů.

Ve třetí etapě byl pěstován letní špenát ve všech nádobách (viz obr. 3). Zpočátku vegetace byl zaznamenán viditelně lepší růst ve směsi

substrátu+zemina, následovaný samotným substrátem, nejslabší růst byl v samotné zemině. Postupem času se situace změnila a nejlepší růst a vývoj rostlin byl zaznamenán v samotném substrátu.



Pozn. Sloupce označené stejnými písmeny se statisticky významně neliší (ANOVA, Tukey HSD test,  $p > 0,05$ )

Obr. 3: Růstové a výnosové charakteristiky letního špenátu (průměrné hodnoty)

Z obr. 3 je patrné, že samotný substrát se po dvou předchozích etapách pěstování salátu a ředkvičky stal nejlepším prostředím pro růst špenátu. Rostliny v něm pěstované byly robustní se silným kořenovým krčkem a největším počtem listů. Tvořily také nejvíce biomasy, a to jak v porovnání s kontrolní zeminou, tak směsí zeminy a substrátu. Zvýšení všech hodnocených parametrů bylo v porovnání s ostatními variantami pokusu statisticky významné. Tyto výsledky dokládají skutečnost, že samotný substrát i po dvou etapách pěstování zelenin obsahoval dostatek rostlinných živin. Ve směsi substrátu a zeminy v poměru 1:1, která byla velmi vhodná pro předešlé dvě etapy pěstování zeleniny, došlo vzhledem k vysoké produkci těchto zelenin k úbytku živin, který se projevil nižší tvorbou biomasy špenátu ve třetí etapě pěstování. Výsledky chemických analýz vzorků listů v jednotlivých etapách pěstování salátu dokládají obsahy N v rozmezí 2,2-3,8 % v sušině, obsahy P v rozmezí 0,15-0,65 % v sušině a obsahy K v rozmezí 2,9-6,9 % v sušině. Nejvíce živin bylo stanoveno v biomase rostlin pěstovaných v samotném substrátu, následované směsí zeminy+substrátu. Nejméně živin bylo shodně stanoveno v salátu pěstovaném v kontrolní zemině. Obsahy N

v bulvách ředkviček se pohybovaly v rozmezí 1,5-3,3 %, P v rozmezí 0,27-0,67 % a K v rozmezí 2,7-7,0 % v sušině. Nejvíce živin bylo stanoveno v bulvách ředkvičky pěstované v samotném substrátu. Listy špenátu obsahovaly 1,7-2,9 % N, 0,32-1,09 % P a 1,4-9,3 % K v sušině. Nejvyšší obsahy N a K byly dosaženy při pěstování špenátu v samotném substrátu, špenát pěstovaný ve směsi zeminy+substrátu měl nejvyšší obsah P.

Využití různých organických substrátů pro pěstování zeleniny je dokumentováno řadou autorů, např. Mach (2009) sledoval obsah N-látek a obsah P u salátu pěstovaného v kontrolní zemině a v zemině s přidávkou kompostu, vyrobeného z odpadů ze zpracování zeleniny. Nejnižší obsah N-látek stanovil u kontrolní varianty (154,14 g N-látek/kg sušiny). U salátu, kde byl aplikován k půdě kompost a mykorrhizní houby, byly stanovené hodnoty nepatrně vyšší v porovnání s kontrolní variantou. Přídavek kompostu k půdě současně způsobil vyšší příjem minerálních látek rostlinou a vyšší kumulaci P v nadzemní hmotě salátu. Kleiber et al. (2012) uvádějí, že rajčata pěstovaná v substrátech skládajících se z rašeliny a kokosových vláken měla obsahy N v

rozsahu 3,1-3,3 %, obsahy P 1,07-1,14 % a obsahy K 4,8-5,6 % v sušině, statisticky významné rozdíly mezi substráty byly nalezeny u obsahu draslíku. Recyklaci odpadních látek a jejich využitím pro přípravu pěstebních médií se zabývali Bardhan et al. (2009). Při testacích zkušebních médií vyrobených přidáním kompostované organické hmoty do popílků v poměrech v rozmezí od 2:8 do 8:2 (obj.) dosáhli statisticky významné zvýšení růstu (o 7-130 %) tří rostlinných druhů (pšenice, rajče a aksamitník) v experimentálních médiích ve srovnání s komerčním substrátem.

## ZÁVĚR

Nově vyvinutý organický substrát řeší problematiku využití alternativních látek nahrazujících rašelinu jako základní složku substrátů a možnost opakovaného použití substrátů. Provedenými testy bylo prokázáno, že příprava substrátu na bázi kompostu a odpadních materiálů jako je uhelný prach a papírenské kaly obohacených prospěšnými půdními mikroorganismy je technika, která vylepšuje mikrobiální kvalitu vyrobeného substrátu.

Organický substrát je po dodání prospěšných mikroorganismů vhodným kultivačním médiem pro zeleniny a úspěšně může být použit jako hnojivý komponent přimícháním do chudší půdy. Obsahy základních živin v organickém substrátu lze variabilně měnit zvýšením nebo snížením poměru jednotlivých složek a docílit tak optimální složení. Směs organického substrátu s půdou v poměru 1:1 je ideální pro pěstování rané zeleniny ve dvou po sobě jdoucích cyklech, samotný substrát může být díky vyšší koncentraci živin použit i pro více cyklů pěstování zeleniny za sebou. Postupný úbytek živin a mírný pokles počtu prospěšných bakterií v substrátu nebo směsi se zeminou po několika cyklech pěstování zeleniny může být kompenzován přidávkem nového inokulantu obsahujících prospěšné půdní bakterie a dalším mícháním s čerstvým substrátem. Alternativně může být substrát po ukončení pěstování zeleniny aplikován do půdy jako organické hnojivo.

## Abstrakt

Pro výrobu organického substrátu byl použit vyzrálý standardní kompost, uhelný prach, stabilizovaný papírenský kal a písek (v poměru 2:1:1:1 vše v přepočtu na sušinu). Takto vyrobený substrát byl obohacen prospěšnými půdními mikroorganismy přidávkem inokulační látky v poměru 1:10 (hmotn. inokulant/substrát). Vhodnost substrátu pro pěstování zeleniny byla testována v nádobových vegetačních pokusech. Jako kontrolní varianta byla použita samotná zemina bez přidávku substrátu. Směs organického substrátu s půdou (1:1) se při pěstování salátu ve dvou po sobě jdoucích cyklech projevila jako nejlepší, statisticky významné zvýšení bylo zvláště patrné u produkce nadzemní hmoty. Podobné výsledky byly dosaženy i u ředkvičky. Samotný substrát bez zeminy se po dvou etapách pěstování uvedených zelenin stal nejlepším prostředím pro růst letního špenátu. Rostliny v něm pěstované byly robustní a tvořily nejvíce biomasy, a to jak v porovnání s kontrolní zeminou, tak směsí zeminy a substrátu.

**Klíčová slova:** organický substrát, vegetační pokusy, zelenina, růst, produkce biomasy

## PODĚKOVÁNÍ

*Príspevek byl zpracován s finanční podporou projektů TA ČR č. TH01030299 a MZe ČR č. RO017.*

## LITERATURA

- BARDHAN S., CHEN Y., DICK W.A.: Recycling for sustainability: Plant growth media from coal combustion products, biosolids and compost. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 3, 2009, 149-155.
- BUKOVSKÁ P., PÜSCHELA D., HRŠELOVÁ H., JANSÁ J., GRYNDLER M.: Can inoculation with living soil standardize microbial communities in soilless potting substrates? *Applied Soil Ecology*, 108, 2016, 278-287.
- CHONG C.: Experiences with wastes and composts in nursery substrates. *HortTechnology*, 15, 2005, 739-747.
- KLEIBER T., MARKIEWICZ B., NIEWIADOMSKA A.: Organic substrates for intensive horticultural cultures: Yield and nutrient status of plants, microbiological parameters of substrates. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21, 2012, 1261-1271.
- MACH, P.: Hlávkový salát pěstovaný v půdě s přidávkem kompostu. *Zahradnictví*, 2009.
- PÉREZ-MONTANO F., ALÍAS-VILLEGAS C., BELLOGÍN R.A., DEL CERRO P., ESPUNY M.R., JIMÉNEZ-GUERRERO I., LÓPEZ-BAENA F.J., OLLERO F.J., CUBO T.: Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production. *Microbiological Research*, 169, 2014, 325-336.
- VÁŇA J.: Výroba a využití kompostů v zemědělství. *Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze*, 1994.

**Kontaktní adresa:**  
**Ing. Tomáš Šimon, CSc.**  
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.  
Drnovská 507/73  
16000 Praha 6 Ruzyně  
tel.: 233 022 253, 702 087 699  
e-mail: simont@yurv.cz

*Recenzovali: Ing. M. Kroulík, Ph.D., Ing. M. Šperl, Ph.D.*