

2. Grantina-Ievina L., Andersone U., Berkolde P., Ievinsch G. (2013). Critical tests for determination of microbiological quality and biological activity in commercial vermicompost samples of different origins. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol. 97, p. 10541 – 10554.
3. Kurt E. (1978). *Milliarden Mikroben*. Leipzig: Verlag for popularwissenschaftliche Literatur. 368 S.
4. Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M., Landi I., Pietramellara G., Renella G. (2003). Microbial diversity and soil functions. *European Journal of Soil Science*, No. 5, p. 655 – 670.
5. Praveen-Kumar C.J., Tarafdar J.C. (2003). 2, 3, 5-Triphenyltetrazolium chloride (TTC) as a electron acceptor of culturable soil bacteria, fungi and actinomycetes. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 38, p.186 – 189.
6. Trasar-Cepeda C., Leiros M.C., Gil-Sotres F. (2008). Modification of biochemical properties by soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Vol. 8, p. 53 – 60.
7. Vojevoda L., Gaile Z. (2012). Impact of organic product extracts on potato 'Borodjanskij Rozovij' tuber yield in organic crop production system. *In: Proceedings of the Annual 18th International Scientific Conference: "Research for Rural Development 2012"*, Vol.1, held in Jelgava, Latvia, May 16 – 18, 2012, p. 44.
8. Zaller J. G. (2006). Allelopathic effects of *Rumex obtusifolius* leaf extracts against native grassland species. *Journal of Plant Diseases and Protection*, p. 463 – 470.
9. Ходжаева А. К., Семёнов В. М., Дулов Л. Е., Семёнов И. А., Кузнецова Т. В., Семёнов А. М., Бругген А. Х. К. (2009). Диагностика биологических свойств почвы при органической и традиционной системе земледелия. *В кн.: Экспериментальные статьи*. Институт микробиологии РАН, с. 1– 94.

KŪDRAS UN VERMIKOMPOSTA IZVILKUMU IETEKMES VĒRTĒJUMS EFFECT OF PEAT AND VERMOCOMPOST EXTRACT EVALUATIONS

Solveiga Maļecka¹, Gunārs Bremanis¹, Bruno Ķirulis²

¹Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts,

²Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauku inženieru fakultāte
stendeselekcija@apollo.lv

Abstract. Remarkable properties of humic substances and their value in agricultural applications have been the object of numerous studies of many researchers. These studies often produced controversial results because of the lack of precision in assessing the activity degree of such substances, normally being used in extremely small concentrations. Four of humic substances from peat (K) and vermicompost (V), produced by the Scientific Research and Production Firm "Intellectual resources" LTD (Latvia), extracted at 45 °C and 95 °C regimes, were used in this study. The field experiments were carried out at the State Stende Cereals Breeding Institute (Latvia) during the vegetation season of 2011-2012 in two agricultural systems: conventional and organic. The Delphi method has been used for the quantitative assessment of biological activity of humic substances. Such an approach makes it possible to compare biological activities of different substances.

Keywords: peat extract, vermicompost extract, indexes, evaluation.

Ievads

Humusvielas saturošus produktus var uzskatīt par videi draudzīgiem un saudzējošiem. Šīs vielas ir sastopamas augsnē, dabas ūdeņos, upju, ezeru un jūras sedimentos, brūnoglēs, oglēs, kūdrā, sapropelī. Tomēr dabiskā stāvoklī humusvielu savienojumi ir mazaktīvi, tie praktiski ir sastopami ūdenī nešķīstošās formās.

Organiskas izcelsmes produktu izvilkumus izgatavo, izmantojot dažādas metodes (t. sk. kavitācijas metodi), kas pieder pie zinātnietilpīgām augstajām tehnoloģijām. Koncentrēti bioloģiski aktīvu vielu maisījumi jeb šķīdrie mēslojumi, kas ražoti no organiskas izcelsmes produktiem

(kūdras, slieku biohumusa, dūņām u. c.), ir vērtīgi mēslošanas līdzekļi vai augšanas regulatori un kā tādi rada pievienoto vērtību. No kūdras ražotas humusvielas viena litra cena pielīdzināma viena litra benzīna cenai, bet no vienas tonnas kūdras var izstrādāt 350 litru humusvielu (Cifanskis).

Galvenās organiskas izcelsmes produktu izvilkumu patērētājas ir Tuvo Austrumu valstis, Ķīna, Japāna, ASV. Iespējama arī humusvielu modificēšana, iegūstot jaunus funkcionālus atvasinājumus ar jau pilnīgi atšķirīgu īpašību kopumu. Pēdējās desmitgadēs humusvielu ieguves un izmantošanas patentu skaits ir strauji pieaudzis, izveidojot vairākus humusvielu izmantošanas virzienus (Cowan, 1985; Вальков, 1998; Fischer, 2000; Блюмберг, 2000).

Pētījumi par humusvielu produktu lietošanu kultūraugu audzēšanā pasaulē ir aktuāli jau vairākas desmitgades. Arī humusvielu īpašību un ietekmes izpētei veltīto pētījumu skaita pieaugums liecina par šīs tēmas aktualitāti.

Mūsu pētījuma mērķis – salīdzināt kūdras un vermikomposta izvilkumu efektivitāti, izmantojot bioloģiskās ietekmes kvantitatīvo novērtējumu.

Materiali un metodes

Rezultāti, kuri izmantoti vērtējumam, iegūti lauka izmēģinājumos, īstenojot ERAF projektu Nr. 2010/0313/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/082 „Organiskas izcelsmes produktu izvilkumu un to ietekmes izpēte augkopībā”. Izmēģinājums veikts 2011. un 2012. gadā Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūta bioloģiskajā un konvencionālajā augsekā labi iekultivētās augsnēs. Izmēģinājumos audzētas auzas ‘Laima’, vasaras rapsis ‘Perfekts’, sīpoli ‘Centaurea’ un kartupeļi ‘Borodjanskij Rozovij’.

Projekta ietvaros SIA „Intellectual Resources” izgatavoti kūdras un vermikomposta izvilkumi un to maisījumi 45 °C un 95 °C temperatūrā, LU Bioloģijas institūta augu barošanās laboratorijā veiktas to analīzes (nosakot humīnvielu saturu, barības elementu saturu, fermentatīvo un mikrobioloģisko aktivitāti), kā arī tie izmantoti pārbaudāmo kultūraugu audzēšanai. Kopā tika iekārtoti 105 dažādi izmēģinājuma varianti, izmantojot atšķirīgas izvilkumu lietošanas metodes (sīpolu vai bumbuļu apstrāde pirms stādīšanas, augu smidzināšana) dažādās augu attīstības fāzēs. Rakstā izmantota informācija par 67 variantiem, kur lietoti kūdras un vermikomposta izvilkumi.

Pavasārī izmēģinājuma platībās noņemti augsnes paraugi, pēc augu apstrādes ar izvilkumiem no variantiem ievākti augu paraugi. LU Bioloģijas institūta augu barošanās laboratorijā paraugos noteikts 12 barības elementu saturs (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B, augsnē mg L^{-1} 1 M HCl izvilkumā, augos makroelementiem, %, un mikroelementiem, mg kg^{-1}). Mikrobioloģiskās analīzes veiktas LLU Lauksaimniecības fakultātes Augsnes un augu zinātņu institūtā. Analizēti augsnes paraugi, nosakot kopējo baktēriju skaitu (kopskaits 1 g sausas augsnes), aktinomicētu skaitu (kopskaits 1 g sausas augsnes), mikroskopisko sēņu skaitu (kopskaits 1 g sausas augsnes), augsnes elpošanas intensitāti (mg CO_2 100 g^{-1} h^{-1}), mikroorganismu biomasu ($\mu\text{g C}$ mikrog. kg^{-1} sausas augsnes), augsnes fermentus: dehidrogenāzes aktivitāti ($\mu\text{g INTF g}^{-1}$ sausas augsnes) un fluoresceīna diacetāta (FDA) hidrolīzes intensitāti ($\mu\text{g fluoresceīna g}^{-1}$ sausas augsnes). Veģetācijas periodā vērtētas augu slimības (auzu: lapu un skaru; kartupeļu dīgstu, lapu un bumbuļu; sīpolu: dīgstu un lapu; rapšu: lapu un stublāju), nosakot infekcijas pakāpi (%). Noteikta arī kultūraugu kaitēkļu sastopamība (%) (*Rhopalosiphum padi*; *Ceutorhynchus assimilis*, *Dasineura brassicae*; *Meligethes* sp.; *Phytomyza atricornis*; *Acrolepiopsis assectella*; *Delia antiqua*; *Leptinotarsa decemlineata*; *Elateridae* sp.).

Kvantitatīvajam vērtējumam izmantota Delfu metode (uz pieredzi un zināšanām balstīta ekspertu vērtēšanas metode) (Dalkey and Helmer, 1963)). Šī metode tiek lietota gadījumos, kad ne visi pētāmā objekta raksturojošie parametri ir viennozīmīgi skaitliski novērtējami. Vērtējumu veic ekspertu grupa, kur katrs eksperts dod attiecīgā parametra vērtējumu iepriekš noteiktās robežās. Ekspertu grupā tika pieaicināti divi fitopatologi, divi entomologi, divi mikrobiologi, trīs augu barošanās speciālisti, ķīmiķis un laukkopības speciālists.

Izmantojot neparametrisku statistikas metodi, mūsu pētījumā ekspertiem tika piedāvāts vērtējamo parametru (slimību, kaitēkļu, mikroorganismu klātbūtnes) vai barības elementu nozīmīgumu (B) kopējā sistēmā raksturot pēc vērtējuma skalas no 0 līdz 1, kur B = 0 – ietekmes nav, un B = 1 – maksimāla ietekme. Izvilkumu ietekmi (A) uz konkrētiem pētījuma objektiem vai barības elementiem tika piedāvāts raksturot robežās no –1 līdz 1, kur: A = 1 – ietekme maksimāli

labvēlīga, $A = -1$ – ietekme maksimāli nelabvēlīga un $A = 0$ – ietekmes nav. Efektivitātes indekss (E) iegūts pēc šādas formulas:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^N A_i B_i}{N}, \quad (1)$$

kur E – efektivitātes indekss *Efficiency index*;
 A_i – izvilkumu ietekmes indekss *Effect index of humic substances*;
 B_i – pētījuma objekta nozīmīguma indekss *Importance index of research object*;
 N – pētījuma objektu skaits *Number of research object*.

Lietotie apzīmējumi:

K45 – kūdras izvilkums, izgatavots 45 °C temperatūrā *Peat extract, produced in 45 °C temperature*;

V45 – vermikomposta izvilkums, izgatavots 45 °C temperatūrā *Vermocompost extracts produced in 45 °C temperature*;

K95 – kūdras izvilkums, izgatavots 95 °C temperatūrā *Peat extracts, produced in 95 °C temperature*;

V95 – vermikomposta izvilkums, izgatavots 95 °C temperatūrā *Vermocompost extracts produced in 95 °C temperature*;

K – konvencionālie apstākļi *Conventional conditions*;

B – bioloģiskie apstākļi *Organic conditions*.

Rezultāti un diskusijas

Literatūrā minētie dati par humusvielu izmantošanu lauksaimniecībā ir atšķirīgi. Aptuveni 80% literatūras avotu atzīmēta pozitīva organiskas izcelsmes produktu un to komponentu ietekme uz augu attīstību un produktivitāti. Dažos pētījumos tiek atzīmēta gan negatīva, gan pozitīva ietekme (Atiyeh *et al.*, 2000, 2001, 2002). Pētāmo faktoru daudzums ir pārāk plašs, lai šo tēmu uzskatītu par pamatos izpētītu, jo noskaidrojamie faktori, agroklimatiskā vide un humusa izejvielu bāze piešķir šiem pētījumiem lokālu raksturu. Latvijā ar pētījumiem organiskas izcelsmes produktu jomā atpaliekam. Mūsu pētījums deva zināmu ieguldījumu šajā jomā, dodot iespēju papildināt zināšanas par organiskas izcelsmes izvilkumiem un to lietošanas efektivitāti.

Pārliecinošu datu par kūdras, vermikomposta un citu organiskas izcelsmes mēslošanas līdzekļu ekstraktu foliāras lietošanas ietekmi uz augu minerālo barošanas ir salīdzinoši maz, un tie ir pretrunīgi. Vairumā gadījumu literatūras avoti liecina par humīnvielu stimulējošu ietekmi uz barības elementu uzņemšanu augos. Vermikomposta ūdens ekstraktu foliāra lietošana lauka tomātiem nav ietekmējusi augu augšanu un masu, kā arī augļu kvalitāti, tai skaitā minerālvielu (P, K, Ca, Mg) saturu. Tomēr atsevišķu šķirņu tomātu augļos palielinājies N saturs (Zaller, 2006). Dažādas izcelsmes humīnvielu preparātu lietošana graudaugu audzēšanā plaši pētīta valstīs, kas atrodas uz dienvidiem no mērenās klimata joslas. Iegūtie rezultāti liecina, ka stimulējoša vai bremsējoša ietekme uz minerālvielu uzņemšanu augos atkarīga gan no humīnvielu preparātu veida un devas, gan audzējamā kultūrauga un augsnes tipa (Sharif *et al.*, 2002; Tahir *et al.*, 2011). Secināts, ka foliāra humīnskābju lietošana ļauj samazināt minerālmēslojuma devas un palielina N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn un Cu uzņemšanu kviešos (Shaaban *et al.*, 2009). Fertigācijas eksperimentos ar kartupeļiem humīnvielu izmantošana kopā ar minerālmēsliem būtiski paaugstināja ražību un sekmēja N, P, K uzņemšanu kartupeļu lapās un bumbuļos (Selim *et al.*, 2010). Vairāku gadu pētījumos par dažādu nekonvencionālu mēslošanas līdzekļu (tajā skaitā humīnskābju saturošu) lietošanu sīpolu audzēšanā (iestrāde augsnē, dēstu apstrāde, smidzinājumi) netika iegūti pierādījumi par to ietekmi uz sīpolu diametru, ražu un kvalitāti (Boyhan *et al.*, 2001; Feibert *et al.*, 2003). Salīdzinoši neauglīgākos reģionos humusvielu izmantošana nodrošina lauksaimniecības produkcijas ražas palielināšanos. ASV pētījumos tika izteikta hipotēze, ka humusvielu preparātu lietošana ir mazefektīva dārzena audzēšanā augsnēs ar augstu organisko vielu saturu un labu mikroelementu nodrošinājuma līmeni (Hartz, Bottoms, 2010).

Daudzie pētījumi veikti, izmantojot ļoti atšķirīgus humusvielas saturošus preparātus un to devas, audzējamās lauksaimniecības kultūraugus, augšņu un klimatiskos apstākļus, kā rezultātā iegūtie dati par humusvielu lietošanas efektivitāti ir visai pretrunīgi.

Arī mūsu pētījumos konstatēta pētāmo izvilkumu pozitīva ietekme uz barības elementu uzņemšanu augos un nav konstatēta būtiska deficītā esošo elementu uzņemšanas efektivitātes paaugstināšanās. Kopumā izvilkumu ietekme uz barības elementiem vērtējama kā maznozīmīga (1. tabula).

1. tabula *Table 1*

Izvilkumu ietekme uz barības elementu saturu augsnē un augos, 2011./2012. g.

Effect of Extracts on Nutrition Elements in Soil and Plants, in 2011/2012

Variants Variant	Auzas Oats		Rapsis Rape	Sīpoli Onions		Kartupeļi Potatoes		E
	K	B	K	K	B	K	B	
K45	-0.038	0.075	-0.036	0.017	-0.006	0.011	-0.004	0.003
V45	0.023	0.058	+0.046	0.003	-0.039	-0.026	-0.011	0.008
K95	0.017	0.083	+0.054	0.013	0.019	0.012	0.035	0.033
V95	0.029	0.021	+0.117	-0.015	-0.010	-0.012	0.020	0.021

Vairākos avotos tiek apgalvots, ka humīnskābes paaugstina arī augu dabisko rezistenci pret slimībām. Organiskas izcelsmes produktu kā augu slimību ierobežotāju darbība, iespējams, ir tieša (piemēram, pretsēņu) vai sekundāra – rezistenci izraisoša un līdz ar to auga izturību veicinoša. Uzskata, ka šie ekstrakti augos aktivē slimību izturības gēnus (Ghorbani *et al.*, 2005). Daži pētnieki apgalvo, ka humīnskābes paaugstina arī augu dabisko rezistenci pret kaitēkļiem. Piemēram, pētījumos pierādīta vermikomposta ekstrakta tieša ietekme uz kaitīgo fitopatogēno mikroorganismu augšanu, nematožu attīstību, sūcējtipa un grauzējtipa augēdāju kukaiņu attīstību (Ieviņš, 2011). Ja augsnē un augos ir iestājies bioloģiskais līdzsvars, tad šajā sistēmā nav dominējošu sugu (kukainis, sēne vai kāds cits organisms), līdz ar to izpaužas netiešā ietekme – augs tiek dabiski pasargāts no slimībām un kaitēkļiem (Anonymous, 2012). Humusvielu ietekme uz kaitēkļiem nav tieša, tāpēc nav skaidra to loma kaitēkļu attīstībā. Šīs vielas ir potenciāli organiskas izcelsmes insekticīdi, ņemot vērā to, ka humusvielu sastāvā var būt organiski savienojumi, kuri negatīvi vai pozitīvi ietekmē konkrētas sugas vai organismu grupas (Zariņš, Daugavietis, 2008; Štre, 2010).

2011. un 2012. gada veģetācijas sezonās kūdras un vermikomposta izvilkumu efektivitāte, ierobežojot auzu, rapša, kartupeļu slimības un sīpolu slimības bija zema. Sīpolu stādījumā konvencionālajā sistēmā atsevišķos variantos tika novērota infekciju pastiprinātas izplatības tendence. Vērtējot izvilkumu ietekmi uz augu slimībām, augstāko vērtējumu ieguva vermikomposta izvilkums, izgatavots 45 °C temperatūrā (2. tabula). Kūdras un vermikomposta izvilkumu efektivitāte, ierobežojot kultūraugu kaitēkļus, bija ļoti niecīga vai vispār tos neietekmēja. Vērtējot izvilkumu ietekmi uz kultūraugu kaitēkļiem, jāsecina, ka kūdras izvilkumam, kas izgatavots 45 °C temperatūrā, bija lielāka ietekme (3. tabula).

2. tabula *Table 2*

Izvilkumu ietekme uz augu slimībām, 2011./2012. g.

Effect of Extracts on Plant Diseases, in 2011/2012

Variants Variant	Auzas Oats		Rapsis Rape	Sīpoli Onions		Kartupeļi Potatoes		E
	K	B	K	K	B	K	B	
K45	0.104	0.048	0.076	0.166	0.111	0.087	0.005	0.085
V45	0.088	0.164	0.048	0.173	0.161	0.085	0.015	0.105
K95	0.085	0.105	0.035	0.169	0.114	0.100	0.039	0.092
V95	0.130	0.056	0.057	0.152	0.149	0.075	0.009	0.090

3. tabula Table 3

Izvilkumu ietekme uz kultūraugu kaitēkļiem, 2011./2012. g.
Effect of Extracts on Plant Pests, in 2011/2012

Variants Variant	Auzas Oats		Rapsis Rape	Sīpoli Onions		Kartupeļi Potatoes		E
	K	B	K	K	B	K	B	
K45	-0.030	-0.020	0.000	0.012	-0.022	0.149	0.032	0.017
V45	0.030	-0.030	-0.003	-0.004	-0.048	0.070	0.034	0.007
K95	-0.030	-0.200	-0.001	0.007	-0.040	0.112	0.034	-0.017
V95	-0.020	-0.030	-0.007	-0.005	-0.034	0.095	0.019	0.003

4. tabula Table 4

Izvilkumu ietekme uz augsnes mikroorganismiem, 2011./2012. g.
Effect of Extracts on Soil Microorganisms, in 2011/2012

Variants Variant	Auzas Oats		Rapsis Rape	Sīpoli Onions		Kartupeļi Potatoes		E
	K	B	K	K	B	K	B	
K45	0.037	0.096	0.121	0.073	0.058	0.180	0.138	0.100
V45	0.086	0.164	0.168	0.089	0.117	0.220	0.130	0.139
K95	0.083	0.128	0.073	0.096	0.041	0.400	0.189	0.144
V95	0.001	0.254	0.186	0.170	0.061	0.407	0.117	0.171

Literatūrā sastopama informācija par augsnē iestrādāta organiskā mēslojuma ietekmi uz augiem un mikroorganismiem (Arancon *et al.*, 2006), mazāk ir datu par dažādu organiskas izcelsmes ekstraktu izvilkumu lietošanu un ietekmi (Pant *et al.*, 2009). Humusvielu ietekme uz augu metabolismu pilnībā vēl nav izpētīta, lai gan ir virkne publikāciju, kurās norāda uz humusvielu pozitīvo ietekmi. To specifiskā uzbūve apgrūtina ietekmes skaidrošanu. Piemēram, Nardi norāda (Nardi *et al.*, 2002), ka lielāka nozīme augu augšanas ietekmēšanā varētu būt humusvielām ar mazu molekulmasu.

Mikroorganismu kopskaitu analizējamajos paraugos ietekmē sezonālas izmaiņas, bet būtisks to palielinājums daudzos variantos tika novērots pēc izvilkumu lietošanas. Apkopojot abu izmēģinājumu gadu rezultātus, iegūts preparātu ietekmes vērtējums (4. tabula). Konstatēts, ka preparātu ietekme atšķiras ne tikai atkarībā no kultūrauga bioloģiskajām īpašībām, bet arī no lauku apsaimniekošanas veida. Bioloģiskais un konvencionālais saimniekošanas veids atšķirīgi ietekmē augsnes īpašības un bioloģisko procesu norises intensitāti. Kartupeļiem augstākais pozitīvais vērtējums konstatējams, saimniekojot ar konvencionālajiem paņēmieniem, bet auzām, – audzējot tās bioloģiskajos apstākļos.

Izgatavošanas temperatūras ietekmē nenozīmīgi samazinās humusvielu un barības vielu saturs izvilkos. Nosakot fermentatīvo aktivitāti organiskas izcelsmes izvilkos, konstatēts, ka lietotās metodes neuzrāda fermentu daudzumu šķīdumā. Kūdras un vermikomposta paraugos noteikts aerobo un anaerobo mikroorganismu skaits; iegūtie rezultāti liecina par to, ka anaerobo baktēriju skaits ievērojami mazāks, salīdzinot ar aerobo baktēriju daudzumu preparātos. Aerobo baktēriju skaits starp variantiem būtiski neatšķiras. Kā kūdras izvilumā, tā biohumusā baktēriju skaits svārstījās no 16.5 līdz 21.7 milj. ml⁻¹ preparāta; 90 % no aerobajām baktērijām sastādīja sporu veidotājas baktērijas. Kopējo temperatūras ietekmes vērtējumu būtiski ietekmē galvenokārt mikrobioloģiskie rādītāji (5. tabula).

Kūdras izvilkiem iegūts salīdzinoši augstāks kopējais vērtējums, to izgatavošanas temperatūrai nav noteicošas nozīmes (5. tabula).

5. tabula Table 5

Kūdras un vermikomposta izvilkumu efektivitātes indeksi, 2011./2012. g.
Efficiency Index of Peat and Vermicompost Extracts, in 2011/2012

Variants Variant	Izgatavošanas temperatūras ietekme <i>Effect of production temperature</i>	Ietekme uz barības elementiem augos <i>Effect on plants nutrition elements</i>	Ietekme uz augu slimībām <i>Effect on plant diseases</i>	Ietekme uz kaitēkļiem <i>Effect on pests</i>	Ietekme uz mikro- organismiem <i>Effect on microorganisms</i>	E
K45	0.673	0.003	0.085	0.017	0.100	0.176
V45	0.670	0.008	0.105	0.007	0.139	0.119
K95	0.338	0.033	0.092	-0.017	0.144	0.184
V95	0.337	0.021	0.090	0.003	0.171	0.124

Secinājumi

Kūdras un vermikomposta izvilkumiem ir pozitīva ietekme uz barības elementu uzņemšanu augos un nav konstatēta būtiska deficītā esošo elementu uzņemšanas efektivitātes paaugstināšanās.

Kūdras un vermikomposta izvilkumiem nav novērota būtiska augu slimības un kaitēkļu ierobežojoša iedarbība.

Kūdras un vermikomposta izvilkumu ietekmi uz augsnes mikroorganismiem nosaka audzētais kultūraugs un lauku apsaimniekošanas veids.

Izstrādātā kvantitatīvā novērtējuma metode deva iespēju izvērtēt kūdras un vermikomposta bioloģisko ietekmi, to var izmantot dažādu organiskas izcelsmes līdzekļu efektivitātes salīdzināšanai.

Pateicība

Autori pateicas par sadarbību ekspertiem: Dr. biol. A. Osvaldei, Dr. biol. I. Salmani, Dr. biol. O. Treikalei, Dr. agr. V. Šteinbergai, Dr. biol. G. Čeksterei, Dr. biol. A. Karlsonam, Mg. agr. L. Dubovai, Mg. biol. B. Javoīšai, Mg. biol. R. Ciematniekam.

Izmantotā literatūra

- Benefits of humic acids. [Tiešsaiste] [skatīts: 2013. g. 24. janv.]. Pieejams: <http://www.humintech.com/001/agriculture/information/general.html>
- Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P. (2006). Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology*, Vol. 97, p. 831 – 840.
- Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D., Shuster W. (2000). Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticulture container media and soil. *Pedobiologia*, Vol. 44, p. 579 – 590.
- Atiyeh R.M., Edwards C.A., Subler S., Metzger J.D. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*, Vol. 78, p. 11 – 20.
- Atiyeh R.M., Lee S., Edwards C.A., Arancon N.Q., Metzger J.D. (2002). The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, Vol. 84, p. 7 – 14.
- Boyhan G.E., Randle W.M., Purvis A.C., Lewis P.M., Torrance R.L., Curry D.E., Linton D.O. (2001). Evaluation of growth stimulants on short-day onions. *Horttehnology*, Vol. 11, p. 38 – 42.
- Cifanskis S. Augstās tehnoloģijas – augstsprieguma-plazmas (APT) un kavitācijas (KT), kā viens no virzieniem ekonomikas atveseļošanai no krīzes, 29. lpp. [Tiešsaiste] [skatīts: 2013. g. 24. okt.]. Pieejams: http://www.connectlatvia.lv/uploads/actual/Antikrizes_progr.pdf
- Cowan J. C. (1985). *Humic substances with enhanced surface charge*, 507/107, United States Patent, 4, 599, p. 181.

9. Dalkey N., Helmer O. (1963). An Experimental Application of the Delphi Method to the use of experts. *Management Science*, Vol. 9 (3), p. 458 – 467.
10. Feibert E.B.G., Shock C.C., Saunders L.D. (2003). Nonconventional additives leave onion yield and quality unchanged. *HortScience*, Vol. 38, p. 381 – 386.
11. Fischer K., Katur J., Schiene R. (2000). *Organic fertilizer having humic properties, its method of production and its use*, C05F11/02, European Patent, WO0037394.
12. Ghorbani R., Wilcockson S., Leifert C. (2005). Alternative treatments for late blight control in organic potato: Antagonistic micro-organisms and compost extracts for activity against *Phytophthora infestans*. *Potato Research*, Vol. 48, p. 181 – 189.
13. Hartz T.K., Bottoms T.G. (2010). Humic substances generally ineffective in improving vegetable crop nutrient uptake or productivity. *HortScience*, Vol. 46, p. 906 – 910.
14. Ieviņš Ģ. (2011). Vai slieku mēsli ir auglības panaceja? *Vides Vēstis*, Nr. 5 (136). [Tiešsaiste] [skatīts: 2013. g. 24. okt.]. Pieejams: <http://www.videsvestis.lv/content.asp?ID=136&what=44>
15. Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., Vianello A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 34, p. 1527 – 1536.
16. Pant A.P., Theodore J.K., Radovich T.J.K., Hue N.V. (2009). Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 89, p. 2383 – 2392.
17. Sharif M., Khattak R.A., Sarir M.S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal-derived humic acid on growth of maize plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Vol. 33, p. 3567 – 3580.
18. Selim E.M., El-Neklawy A.S., El-Ashry S.M. (2010). Beneficial effects of humic substances on soil fertility to fertigated potato grown on sandy soil. *Libyan Agriculture Research Center Journal International*, Vol. 1, p. 255 – 262.
19. Shaaban S.H.A., Manal F.M., Afifi M.H.M. (2009). Humic acid foliar application to minimize soil applied fertilization of surface irrigated wheat. *World Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 5, p. 207 – 210.
20. Šīre J. (2010). *Augstā tipa kūdras humīnskābju sastāvs un īpašības: promocijas darbs ģeogrāfijas doktora grāda iegūšanai*, Latvijas Universitāte. Rīga: LU, 105 lpp.
21. Zariņš I., Daugavietis M. (2008). Videi draudzīgi augu valsts izcelsmes fitopreparāti kaitēkļu un slimību ierobežošanai agroekosistēmās. *No: Pieredze augu aizsardzībā bioloģiskajos laukos*. Priekuļi, 36. – 44. lpp.
22. Zaller J.G. (2006). Foliar spraying of vermicompost extracts: effects on fruit quality and indications of late-blight suppression of field-grown tomatoes. *Biological Agriculture and Horticulture*, Vol. 24, p. 165 – 180.
23. Tahir M.M., Khurshid M., Khan M.Z., Abbasi M.K., Kazmi M.H. (2011). Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere*, Vol. 21, p. 124 – 131.
24. Блюмберг Э.А. (2000). *Способ получения гуминовых кислот*, C05F11/02, Российский патент 2176631.
25. Вальков А.В., Райкова И.Г., Райков А.Ю. (1998). *Способ получения гуматсодержащих соединений*, C05F11/02, Российский патент 02118632.