

# Extrahált levendulahulladék komposztálhatóságának vizsgálata lebontást segítő mikrobiológiai készítmény alkalmazása mellett

## 1. BEVEZETÉS

A gyógynövényeket már ősidők óta alkalmazzák gyógy- és aromás tulajdonságaik miatt, többek között a kozmetikai-, a gyógyszer- és az élelmiszeriparban is.<sup>[2]</sup> Az elmúlt években megnövekedett termelés következtében a gyógynövény-feldolgozással foglalkozó iparágak a bioaktív összetevők kinyerése során nagy mennyiségű növényi hulladékot bocsátottak ki,<sup>[3]</sup> ami elsősorban annak köszönhető, hogy a legtöbb gyógynövény illóolaj/hatóanyag tartalma nagyon kevés,<sup>[4]</sup> általában nem éri el a száraz biomassa 4-5%-át.<sup>[5]</sup>

A gyógynövényhulladékok kezelése mára már társadalmi kihívássá vált,<sup>[6]</sup> mivel nemcsak esztétikai, hanem környezetszennyezési szempontból is igen jelentős problémát jelenhetnek, ha a megfelelő ártalmatlanításuk nem történik meg.<sup>[7]</sup> Mindazonáltal ezek az extrakció során keletkező növényi maradványok talaj szá-

---

[1] SZE Wittmann Antal Növény-, Állat- és Élelmiszertudományi Multidiszciplináris Doktori Iskola, PhD-hallgató. Témavezetők: Prof. Dr. Szigeti Jenő, professor emeritus, SZE-MÉK, Élelmiszertudományi Tanszék; Dr. Nagy Ágnes, adjunktus, SZE-MÉK, Élelmiszertudományi Tanszék.

[2] SEMENIUC, C. A. – POP, C. R. – ROTAR, A. M.: Antibacterial activity and interactions of plant essential oil combinations against gram-positive and gram-negative bacteria, in: *Journal of Food and Drug Analysis*, 2017/25., 403–408.; SÁNCHEZ-VIOQUE, R. – POLISSIOU, M. – ASTRAKA, K. – DE LOSMOZOS-PASCUAL, M. – TARANTILIS, P. – HERRAIZ-PEÑALVER, D. – SANTANA-MÉRIDAS, O.: Polyphenol composition and antioxidant and metal chelating activities of the solid residues from the essential oil industry, in: *Industrial Crops and Products*, 2013/49., 150–159.

[3] SUTHAR, S. – SINGH, D.: Phytotoxicity of composted herbal pharmaceutical industry wastes, in: *Environmental Science and Pollution Research*, 2012/19., 3054–3059.

[4] SLAVOV, A. – PANCHEV, I. – KOVACHEVA, D. – VASILEVA, I.: Physico-chemical characterization of water-soluble pectic extracts from *Rosa damascena*, *Calendula officinalis* and *Matricaria chamomilla* wastes, in: *Food Hydrocolloids*, 2016/61., 469–476.

[5] DE ELGUEA-CULEBRAS, G. O. – SÁNCHEZ-VIOQUE, R. – SANTANA-MÉRIDAS, O. – HERRAIZ-PEÑALVER, D. – CARMONA, M. – BERRUGA, M. I.: In vitro antifungal activity of residues from essential oil industry against *Penicillium verrucosum*, a common contaminant of ripening cheeses, in: *LWT*, 2016/73., 226–232.

[6] CHEN, Y. X. – CHANG, S. K. C. – CHEN, J. – ZHANG, Q. – YU, H. Y.: Characterization of microbial community succession during vermicomposting of medicinal herbal residues, in: *Bioresource Technology*, 2018/249., 542–549.

[7] SINGH, D. – SUTHAR, S.: Vermicomposting of herbal pharmaceutical industry solid wastes, in: *Ecological Engineering*, 2012/39., 1–6.

mára fontos tápanyagot is tartalmazhatnak,<sup>[8]</sup> de kezeletlen formában alkalmatlanok a földeken történő közvetlen felhasználásra, ismeretlen összetételüknek (kórokozók, toxikus összetevők, gyommagvak stb.) köszönhetően.<sup>[9]</sup>

A komposztálás megoldást nyújthat e típusú mezőgazdasági hulladékok kezelésére és újrahasznosítására, azonban az extrakciós eljárásokból visszamaradó gyógynövénymaradványok nehezen komposztálható anyagnak számítanak, amit nagy lignocellulóz tartalmuknak és az esetlegesen visszamaradó bioaktív anyagoknak köszönhetnek.

A vizsgálataim célja egy olyan gyógynövényhulladékot nagy mennyiségben tartalmazó komposzt előállítása volt, amelynek a minőségi paraméterei megközelítik a szarvasmarhatrágyából és őszi árpa szalmából készült komposztét. Ehhez együttes komposztálási technológiát és saját fejlesztésű komposztálást gyorsító mikrobiológiai inokulumot alkalmaztam. Kísérletek során a 60%-nyi extrahált levendulahulladékot tartalmazó anyagkeverékhez előzetes vizsgálatok alapján kiválasztott, komposztálást segítő baktériumok tenyészetét tartalmazó inokulumot adagoltam és vizsgáltam végtermék mikrobiológiai és biológiai tulajdonságaira gyakorolt hatását.

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A félézemi komposztálási kísérleteket Nagyszentjánoson a Kisalföldi Mezőgazdasági Zrt. munkatársainak segítségével állítottam be.

### 2.1. A komposztálási kísérletek beállítása

A komposztálandó anyagkeverékek befogadására három 1-1 m<sup>3</sup>-es komposztáló edény (depó) került kialakításra. A komposztálandó anyagkeverék extrahálásból visszamaradt levendulahulladékot (szár- és virágmaradvány) szarvasmarhatrágyát és őszi árpa szalmát tartalmazott 60, 30 és 10%-ban. A komposztálást gyorsító mikrobiológiai készítmény fejlesztéséhez *Cellulomonasflavigena* és *Streptomycesviridosporus* baktériumtörzseket alkalmaztam, melyeket a Szent István Egyetem Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteményéből szereztem be, liofilezett formában. Kontrollként szarvasmarhatrágya (90%) és őszi árpa szalma (10%) keverékét alkalmaztam (K<sub>3</sub> depó). Az I<sub>3</sub> depóba a gyógynövényes kontroll komposzt került, míg a II<sub>3</sub> depó tartalmazta az inokulummal kiegészített gyógynövényes komposztot. A lebontási folyamatokat segítő mikroorganizmusokat a komposztálás nyolcadik napján adtam az anyagkeverékhez, húszszoros mennyiségű vízzel, ami a megfelelő nedvességtartalom beállítását biztosította.

---

[8] SINGH, D. – SUTHAR, S.: Vermicomposting of herbal pharmaceutical industry waste: Earthworm growth, plant-available nutrient and microbial quality of end materials, in: Bioresource Technology, 2012/112., 179–185.

[9] AHMAD, R. – JILANI, G. – ARSHAD, M. – ZAHIR, Z. A. – KHALID, A.: Bio-conversion of organic wastes for their recycling in agriculture: An overview of perspectives and prospects, in: Annals of Microbiology, 2007/57., 471–479.

## 2.2. Mintavételi eljárás és a minták előkészítése

A vizsgálat ideje alatt több mintavétel is történt, melynek során a depókból öt kijelölt helyről mintát vettem, három mélységből. A mintákat laboratóriumi körülmények között homogenizáltam, mennyisége ~ 0,5 kg volt.

## 2.3. Vizsgált komposzttulajdonságok

Az érett komposztminták fitotoxikus hatásának *in vitro* meghatározása során *Brassicarapa* subs. *chinensis* magokat felhasználva csírázási vizsgálatot végeztem a komposztok vizes extraktumával. A kapott eredmények alapján megadtam a csírázási indexet (GI).<sup>[10]</sup>

$$\frac{\text{Csírázott magok száma} \times \text{átlag gyökérhossz komposzt extraktumban}}{\text{Kontroll csírázott magok száma} \times \text{átlag gyökérhossz}} \times 100\% \quad (1)$$

A komposztminták biopeszticid hatásának *in vitro* vizsgálatához a 161. napon vett mintákat és a szilárd, extrahált levendulabiomasszát használtam fel. Az extraktumok elkészítéséhez 20 g friss mintát mértem be steril Erlenmeyer-lombikba, ehhez pedig 100 ml desztillált vizet adtam (1:5). A lombikokat vízfürdőben 24 óráig rázattam (200 rpm). Ezután a keveréket steril gézen szűrtem, majd a folyamatot még egyszer elvégeztem Whatman 1 szűrőpapírral is.

Az extraktumok biopeszticid hatásának meghatározásához az alábbi növény-patógén mikroorganizmusokat használtam, melyeket a Szent István Egyetem Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteményéből szereztem be, liofilezett és aktív formában: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium dahliae*, *Xanthomonas campestris* és *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. A vizsgálatokhoz szükséges tiszta tenyészetek törzsfenntartása Burgonya-dextróz (PDA), illetve Nutrientferdeagaronon történt.

A *Sclerotinia sclerotiorum* és a *Verticillium dahliae* gátlóhatás vizsgálatához steril Petri-csészékbe ~20 g PDA táptalajt mértem ki. A lemezek megszilárdulását követően 10 mm-es átmérőjű, rozsdamentes acélból készült steril dugófűrőcsővel lyukakat fúrtam a táptalajba. A lyukakat 100 µl extraktummal töltöttem fel, a megszilárdult táptalaj közepére pedig egy-egy 10 mm átmérőjű, micéliummal átszótt táptalajkorongot helyeztem. Kontrollként steril PDA lemezeket alkalmaztam. A kész lemezeket 25°C-on inkubáltam, amíg a kontroll lemezeken a micélium szövedék el nem érte a Petri-csésze szélét.

A növénypatogén baktériumok (*Xanthomonascampestris*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*) vizsgálatához Nutrient táptalajt alkalmaztam (~20 g/Petri-csésze). Az előzetesen elszaporított tiszta tenyészetekből 0,5 McFarland optikai denzitású szuszpenziót készítettem. 20 g steril táptalajhoz 1,0 ml

[10] ZUCCONI, F. – PERA, A. – FORTE, M. – DE BERTOLDI, M.: Evaluating toxicity of immature compost, in: Bio Cycle, 1981/22., 54–57.

baktériumszuszpenziót kevertem, majd steril dugófuróval lyukakat fúrtam a táptalajba. A lyukakba 100 µl extraktumot pipettáztam és a kész lemezeket 30-30°C-on 24-48 óráig inkubáltam.

Az inkubációs idő letelte után a komposzt-extraktumok gátló hatásának megadásához a lyukak körüli gátlási zóna átmérőjét mértem (mm-ben).

#### 2.4. Alkalmazott statisztikai és ábrázolási módszerek

Az eredmények feldolgozásához és statisztikai értékeléséhez a Microsoft Office 2016 Excel programját (Microsoft Corporation, USA) használtam. A különböző kezelések közötti eltérések statisztikai értékelését egytényezős varianciaanalízis (ANOVA) végeztem, 95%-os szignifikancia szinten ( $p < 0,05$ ).

### 3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

#### 3.1. Komposztok in vitro fitotoxikus hatása

A komposzt minőségének ellenőrzése elengedhetetlen lépés a földeken történő alkalmazása előtt, mivel az éretlen komposzt negatívan hathat a magok csírázására, a növények növekedésére és a talaj környezetére is.<sup>[11]</sup> A csírázási index (GI) meghatározása egy általánosan elvégzett teszt, amit a komposztálási végtermékek érettségének és fitotoxicitásának meghatározása céljából alkalmaznak.<sup>[12]</sup> A csírázási teszt sikeresnek tekinthető, ha a GI több mint 50%, vagyis a komposzt érett, azonban csírázásra gátló hatást fejthet ki, fitotoxikus anyagok révén. 80% felett a komposzt már nem fejt ki semmilyen fitotoxikus hatást, 101% felett pedig javítja a csírázási paramétereket.<sup>[13]</sup>

A 161 napos minták fitotoxikus hatásának vizsgálati eredményeit az 1. táblázat foglalja össze. A kapott csírázási indexek alapján a komposztok éretnek bizonyultak: a legnagyobb GI-vel a K<sub>3</sub> kontroll komposzt rendelkezett (103%), ami szerint az adott komposzt-extraktum alkalmazása pozitív hatást fejtett ki a *Brassicarapa* subs. *chinensis* csírázására. Az extrahált levendulahulladékot tartalmazó kontroll komposzt csírázási indexe kisebb volt (93,4%). Ezzel szemben a II<sub>3</sub> kom-

[11] LUO, Y. – LIANG, J. – ZENG, G. M. – CHEN, M. – MO, D. – LI, G. X. – ZHANG, D. F.: Seed germination test for toxicity evaluation of compost: Its roles, problems and prospects, in: *Waste Management*, 2018/71., 109–114.

[12] WAN, L. B. – WANG, X. T. – CONG, C. – LI, J. B. – XU, Y. P. – LI, X. Y. – HOU, F. Q. – WU, Y. Y. – WANG, L. L.: Effect of inoculating microorganisms in chicken manure composting with maize straw, in: *Bioresource Technology*, 2020/301., 122730.

[13] JAGADABHI, P. S. – WANI, S. P. – PATIL, M. – VEMULA, A. K. – RATHORE, A.: Physico-chemical, microbial and phytotoxicity evaluation of composts from sorghum, finger millet and soybean straws, in: *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2018/8., 279–293.; JIMÉNEZ, E. I. – GARCIA, V. P.: Evaluation of city refuse compost maturity: A review, in: *Biological Wastes*, 1989/27., 115–142.; TIQUIA, S. M. – TAM, N. F. Y. – HODGKISS, I. J.: Effects of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter, in: *Environmental Pollution*, 1996/93., 249–256.

poszt jobb csírázási képességgel rendelkezett, ami bizonyára a megnövekedett TN- és kisebb OM-koncentrációnak volt köszönhető. Ez alapján az alkalmazott inokulum pozitívan befolyásolta a komposzt minőségét és érettségét.

1. táblázat: Érett komposzt-extraktumok csírázási vizsgálata

Komposzt	Csírázott-magok-száma	Relatívcsírázás (%)	Gyökérhossz (cm)	Relatív-gyökérhossz (%)	Csírázási index (%)
K <sub>3</sub>	9,0 ± 0,0	100 ± 0,0	1,8 ± 0,3	103,0 ± 16,7	103,0 ± 16,7
I <sub>3</sub>	8,6 ± 0,9	95,6 ± 8,9	1,7 ± 0,3	98,5 ± 14,7	93,4 ± 10,8
II <sub>3</sub>	8,6 ± 1,1	95,6 ± 11,3	1,8 ± 0,1	101,4 ± 8,5	97,1 ± 16,2

K<sub>3</sub>: Kontroll komposzt; I<sub>3</sub>: Gyógynövényes kontroll komposzt; II<sub>3</sub>: Inokulált gyógynövényes komposzt

Az adatok három párhuzamos átlag ± szórás értékeit jelölik

### 3.2. Komposztok in vitro biopeszticid hatása

Adott komposztok mikrobiotája képes kedvezőtlen környezeti körülményeket teremteni a talajlakó kórokozóknak, ezáltal javítva a talaj minőségét és a növények egészségét. Komposztálandó anyagból kimutatható, biokontroll természetű mikrobiótába tartoznak különböző baktériumok (*Bacillus*, *Paenibacillus* és *Pseudomonas*), aktinomicéták (*Streptomyces*), élesztők (*Saccharomycetes*), oomicéták (*Pythium*), zigomicéták (*Rhizopus*) és fonalas gombák (*Trichoderma*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Aspergillus* és *Penicillium*).<sup>[14]</sup> Mindazonáltal a komposztok antipatogén hatására más tényezők is hathatnak, ilyen például a komposztálandó anyagban előforduló antimikrobiális tulajdonságokkal rendelkező metabolitok (fenolos vegyületek, terpenoidok).<sup>[15]</sup>

Vizsgálataim során friss komposzt extraktumokat alkalmaztam, hogy meghatározzam a visszamaradó bioaktív anyagok és a biológiai anyagok (mikroorganizmusok) együttes hatását különböző növény- és talajpatogén mikroorganizmussal szemben (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium dahliae*, *Xanthomonas campestris*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*). Az elkészített komposzt-extraktumok változó hatást fejtettek ki a vizsgált növényi kórokozókkal szemben (2. táblázat).

[14] DE CORATO, U.: Soil microbiota manipulation and its role in suppressing soil-borne plant pathogens in organic farming systems under the light of microbiome-assisted strategies, in: *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2020/7., 17.

[15] RAI, R. – SINGH, R. K. – SUTHAR, S.: Production of compost with biopesticide property from toxic weed Lantana: Quantification of alkaloids in compost and bacterial pathogen suppression, in: *Journal of Hazardous Materials*, 2021/401., 123332.

2. táblázat: Érett komposztok antimikrobiális hatásának vizsgálata gátlási zóna (mm) meghatározásának segítségével

Vizsgált mikroorganizmus	Gátlási zóna (mm)			
	Lev	K <sub>3</sub>	I <sub>3</sub>	II <sub>3</sub>
<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	2,17±0,29 <sup>c</sup>	-	10,67±0,29 <sup>b</sup>	15,33±1,15 <sup>a</sup>
<i>Xanthomonas campestris</i>	-	-	15,50±2,00 <sup>a</sup>	12,33±1,89 <sup>a</sup>
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	13,00±2,00 <sup>a</sup>	-	11,33±1,53 <sup>a</sup>	14,67±2,08 <sup>a</sup>
<i>Verticillium dahliae</i>	20,33±1,53 <sup>b</sup>	20,00±1,73 <sup>b</sup>	23,67±1,15 <sup>ab</sup>	27,33±3,06 <sup>a</sup>

Lev: Extrahált levendulahulladék; K<sub>3</sub>: Kontroll komposzt; I<sub>3</sub>: Gyógynövényes kontroll komposzt; II<sub>3</sub>: Inokulált gyógynövényes komposzt

Az adatok három párhuzamos átlag ± szórás értékeit jelölik

<sup>a-c</sup>A különböző betűk ugyanabban a sorban szignifikáns különbségeket jelölnek ( $p < 0,05$ ).

A levendulahulladékot nem tartalmazó komposzt (K<sub>3</sub>) egyedül a *V. dahliae* esetében mutatott gátlást (gátlási zóna: 20,00 mm), a másik három mikroorganizmus szaporodását nem befolyásolta. Ezzel szemben az extrahált levendulahulladék és a gyógynövényhulladékot tartalmazó komposztkivonatok esetében 2,17 és 27,33 mm közötti gátlási zónákat mértem a vizsgált növényi patogénnel szemben. Legérzékenyebb a *V. dahliae* volt, míg a baktériumokkal és a *S. sclerotiorum*mal szemben mutatott hatás enyhébbnek bizonyult. Az I<sub>3</sub> jelű komposzt esetében az antimikrobiális hatás erőssége a következőképp alakult: *V. dahliae* > *X. campestris* > *S. sclerotiorum* > *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Ezzel szemben az II<sub>3</sub> komposzt-extraktum erősebb hatást gyakorolt *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* és *S. sclerotiorum* kórokozókra, mint a *X. campestris*re. A *S. viridosporus* és *C. flavigena* baktériumokkal kezelt komposzt három növénypatogén esetében is erősebb gátlást fejtett ki, mint a levendulahulladékot tartalmazó kontroll komposzt. Ezzel összefüggésbe hozható az is, hogy az aktinomicéták, kiváltképp a *Streptomyces* fajok, mint biokontroll mikroorganizmusok, antipatogén hatással rendelkeznek.<sup>[16]</sup>

[16] SHEN, T. – LEI, Y. H. – PU, X. D. – ZHANG, S. Y. – DU, Y. H.: Identification and application of *Streptomyces microflavus* G33 in compost to suppress tomato bacterial wilt disease, in: *Applied Soil Ecology*, 2021/157., 103724.

#### 4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az extrahált levendulahulladék alkalmasnak bizonyult szarvasmarhatrágyával és őszi árpa szalmával történő együttes komposztálásra. A hozzáadott mikrobiológiai készítmény gyorsította a komposztálás folyamatát, javította a kész komposzt csírázási indexét és növelte a komposztextraktum antimikrobiális hatását, ezáltal pedig egy jobb minőségű végterméket eredményezett.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- AHMAD, R. – JILANI, G. – ARSHAD, M. – ZAHIR, Z. A. – KHALID, A.: Bio-conversion of organic wastes for their recycling in agriculture: An overview of perspectives and prospects, in: *Annals of Microbiology*, 2007/57., 471–479.
- CHEN, Y. X. – CHANG, S. K. C. – CHEN, J. – ZHANG, Q. – YU, H. Y.: Characterization of microbial community succession during vermicomposting of medicinal herbal residues, in: *Bioresource Technology*, 2018/249., 542–549.
- DE CORATO, U.: Soil microbiota manipulation and its role in suppressing soil-borne plant pathogens in organic farming systems under the light of microbiome-assisted strategies, in: *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2020/7., 17.
- DE ELGUEA-CULEBRAS, G. O. – SÁNCHEZ-VIOQUE, R. – SANTANA-MÉRIDAS, O. – HERRAIZ-PEÑALVER, D. – CARMONA, M. – BERRUGA, M. I.: In vitro antifungal activity of residues from essential oil industry against *Penicillium verrucosum*, a common contaminant of ripening cheeses, in: *LWT*, 2016/73., 226–232.
- JAGADABHI, P. S. – WANI, S. P. – PATIL, M. – VEMULA, A. K. – RATHORE, A.: Physico-chemical, microbial and phytotoxicity evaluation of composts from sorghum, finger millet and soybean straws, in: *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2018/8., 279–293.
- JIMÉNEZ, E. I. – GARCIA, V. P.: Evaluation of city refuse compost maturity: A review, in: *Biological Wastes*, 1989/27., 115–142.
- LUO, Y. – LIANG, J. – ZENG, G. M. – CHEN, M. – MO, D. – LI, G. X. – ZHANG, D. F.: Seed germination test for toxicity evaluation of compost: Its roles, problems and prospects, in: *Waste Management*, 2018/71., 109–114.
- RAI, R. – SINGH, R. K. – SUTHAR, S.: Production of compost with biopesticide property from toxic weed Lantana: Quantification of alkaloids in compost and bacterial pathogen suppression, in: *Journal of Hazardous Materials*, 2021/401., 123332.
- SÁNCHEZ-VIOQUE, R. – POLISSIOU, M. – ASTRAKA, K. – DE LOS MOZOS-PASCUAL, M. – TARANTILIS, P. – HERRAIZ-PEÑALVER, D. – SANTANA-MÉRIDAS, O.: Polyphenol composition and antioxidant and metal chelating activities of the solid residues from the essential oil industry, in: *Industrial Crops and Products*, 2013/49., 150–159.

- SEMENIUC, C. A. – POP, C. R. – ROTAR, A. M.: Antibacterial activity and interactions of plant essential oil combinations against gram-positive and gram-negative bacteria, in: *Journal of Food and Drug Analysis*, 2017/25., 403–408.
- SHEN, T. – LEI, Y. H. – PU, X. D. – ZHANG, S. Y. – DU, Y. H.: Identification and application of *Streptomyces microflavus* G33 in compost to suppress tomato bacterial wilt disease, in: *Applied Soil Ecology*, 2021/157., 103724.
- SINGH, D. – SUTHAR, S.: Vermicomposting of herbal pharmaceutical industry solid wastes, in: *Ecological Engineering*, 2012/39., 1–6.
- SINGH, D. – SUTHAR, S.: Vermicomposting of herbal pharmaceutical industry waste: Earthworm growth, plant-available nutrient and microbial quality of end materials, in: *Bioresource Technology*, 2012/112., 179–185.
- SLAVOV, A. – PANCHEV, I. – KOVACHEVA, D. – VASILEVA, I.: Physico-chemical characterization of water-soluble pectic extracts from *Rosa damascena*, *Calendula officinalis* and *Matricaria chamomilla* wastes, in: *Food Hydrocolloids*, 2016/61., 469–476.
- SUTHAR, S. – SINGH, D.: Phytotoxicity of composted herbal pharmaceutical industry wastes, in: *Environmental Science and Pollution Research*, 2012/19., 3054–3059.
- TIQUIA, S. M. – TAM, N. F. Y. – HODGKISS, I. J.: Effects of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter, in: *Environmental Pollution*, 1996/93., 249–256.
- WAN, L. B. – WANG, X. T. – CONG, C. – LI, J. B. – XU, Y. P. – LI, X. Y. – HOU, F. Q. – WU, Y. Y. – WANG, L. L.: Effect of inoculating microorganisms in chicken manure composting with maize straw, in: *Bioresource Technology*, 2020/301., 122730.
- ZUCCONI, F. – PERA, A. – FORTE, M. – DE BERTOLDI, M.: Evaluating toxicity of immature compost, in *Bio Cycle*, 1981/22., 54–57.