

OKOLJSKO OPTIMIZIRANO UPRAVLJANJE Z ONESNAŽENIMI VODAMI NA KMETIJAH

Alojz SREŠ¹, Peter OHS², David LEMBRICH³

¹Bayer Slovenia

²Bayer AG, Monheim, Germany

IZVLEČEK

Sistem Phytobac[®] omogoča zbiranje in mikrobiološko razgradnjo sredstev za varstvo rastlin v odpadnih vodah, ki nastanejo med polnjenjem in notranjim pranjem škropilnic. Onesnaženo vodo zbiramo v zbirnem rezervoarju, iz katerega jo postopoma dovajamo v bazen za mikrobiološko razgradnjo Phytobac[®] sistema. Sistem Phytobac[®] je zaprt sistem, sestavljen iz neprepustnega bazena (betonski, kovinski ali plastičen), v katerem je mešanica substrata iz slame (zemlje) do višine približno 60 cm. Slama predstavlja vir energije za mikroorganizme, ki razgrajujejo sredstva za varstvo rastlin. Razmerje med slamo in zemljo v mešanici je 70 % zemlje in 30 % (volumski odstotek) sesekljane slame. Za pravilno delovanje Phytobac-a[®] in učinkovito razgradnjo aktivnih snovi je ključnega pomena vlažnost mešanice. Optimalna vlažnost (niti presuho niti prevlažno) spodbuja mikrobiološko aktivnost. Najprimernejša vlažnost znaša 60–75 % vodne kapacitete mešanice. Sonda za merjenje vlažnosti, povezana z elektronsko krmilno enoto, omogoča optimalen dotok onesnažene tekočine iz zbirnega rezervoarja v bazen z mešanico. Enakomerno razporeditev onesnažene tekočine po bazenu izvedemo s kapljičnim sistemom. Redno mikrobiološko aktivnost ohranjamo tudi z dodajanjem organske snovi (slame). Slamo dodajamo, glede na okoljske razmere, vsakih 1–2 leti. Sistemi Phytobac[®] so nameščeni v več državah sveta, večino pa jih je v državah Evrope. V Franciji je sistem Phytobac[®] uradno priznan že od leta 2006, nameščenih pa je že 4500 sistemov. Poleg tega so sistemi Phytobac[®] nameščeni še v Avstraliji in nekaterih državah Azije in Amerike. Partnerska podjetja ponujajo že pripravljene Phytobac[®] sisteme za takojšnjo uporabo.

Ključne besede: Phytobac[®], okolje, čiščenje odpadnih voda, sredstva za varstvo rastlin

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL OPTIMIZED ON-FARM EFFLUENT MANAGEMENT WITH PHYTOBAC[®] SYSTEM

The Phytobac[®] system allows the retention and the microbial degradation of plant protection chemicals in waste water effluents generated during filling, cleaning and

¹ dr., Bravničarjeva 13, SI-1000 Ljubljana

² Germany

³ Germany

washing activities of agricultural spraying equipment. The liquid remnants are captured and collected in a storage tank before entering the microbial degradation module of the Phytobac® system. The Phytobac® is a closed system consisting of a sealed container made with waterproof walls (concrete, metal or plastic) filled with a substrate composed of soil and straw to a level of about 60 cm. The straw component provides a source of energy for the microorganisms living in the substrate. By volume the mix consists of 70 % soil and 30 % of chopped straw. Moisture control is a key factor for the proper functioning of the Phytobac® and ensures the efficient degradation of the chemicals. The substrate is kept under optimum moisture conditions (neither anaerobic, nor too dry) in order to promote microbial life. It is recommended to maintain moisture levels corresponding to 60–75 % of water capacity. A soil humidity probe combined with an electronic steering unit enables the correct effluent input from the storage buffer tank according to the local evaporation conditions. Drip irrigation allows a homogeneous liquid distribution over the substrate. Appropriate microbial activity is maintained by regular recharge of the organic matter (straw). Depending on the environmental conditions the recharge is necessary within 1–2 years. Phytobac® systems are installed on a worldwide level. Most Phytobac® systems are installed in European countries. In France, the Phytobac® concept is recognised by the authorities since 2006. Meanwhile more than 4500 systems are implemented in France. Partner companies offer ready-to-use kits. Meanwhile Phytobac® systems are installed in Asia, Australia and American countries.

261

Key words: Phytobac®, environment, effluents management, plant protection products

1 UVOD

Ob izvajanju varstva rastlin moramo poskrbeti tudi za varstvo okolja. Kako preprečiti ostanke sredstev za varstvo rastlin (SVR) v površinskih in talnih vodah, mora biti skrb vseh, ki so kakorkoli povezani s kmetijsko proizvodnjo: proizvajalcev SVR, kmetovalcev in ostalih uporabnikov SVR ter vladnih organizacij. Na podlagi različnih študij je bilo ugotovljeno, da je najpogostejša oblika onesnaženja talne vode s SVR točkovno onesnaženje, saj predstavlja kar 84 % vsega onesnaženja. Evropska komisija je že leta 2000 sprejela vodno direktivo, ki določa osnovna načela trajnostne vodne politike v Evropski uniji (Direktiva..., 2000), v svojo nacionalno zakonodajo pa so jo vključile tudi vse članice Evropske unije.

Za zmanjšanje točkovnega onesnaženja obstaja več možnosti: čiščenje in izpiranje škropilnice na njivi, ureditev prostora za pripravo škropilne brozge na kmetiji ter ureditev sistemov za odpadno vodo, kjer bomo lahko ločevali in/ali razgradili raztopljene aktivne snovi v vodi. Odpadne vode, onesnažene s SVR, lahko uničimo s sežiganjem, izparevanjem ali dehidracijo, fizikalno kemijsko koagulacijo ali kosmičenjem in filtriranjem skozi različne medije ter fotokatalitičnim in biološkim načinom (Rose in sod., 2003). Omenjeni postopki so zelo učinkoviti, vendar v večini primerov za kmetovalce predragi. V mnogih državah evropske unije so zato kot enega od načinov zmanjšanja točkovnega onesnaženja začeli uvajati preproste sisteme za mikrobiološko razgradnjo ostankov SVR. Sistemi za mikrobiološko razgradnjo ostankov SVR v vodni raztopini so cenovno najugodnejši in zelo učinkoviti.

2 MATERIALI IN METODE

Biološka razgradnja (bioremediacija) je proces, v katerem s pomočjo mikroorganizmov in njihovih encimov organske odpadke biološko razgradimo do neškodljivih spojin (mikrobne biomase, CO₂ in vode) oziroma do koncentracije škodljivih snovi v vodi ali tleh, ki je pod določeno dovoljeno mejo (Mueller in sod., 1996). Takšno razgradnjo v naravi v glavnem opravljajo bakterije, glive ali rastline (Vidali, 2001).

Že Feris in Lichtenstein (1980) sta navedla, da se za biološko očiščenje tal in talne vode v glavnem uporabljajo štiri tehnike:

- a) spodbujanje aktivnosti avtohtonih mikroorganizmov (biostimulacija) z dodajanjem hranil, uravnavanjem pH in zračnosti tal...,
- b) inokulacija z mikroorganizmi z ustreznimi biotransformacijskimi sposobnostmi,
- c) dodajanje ustreznih encimov,
- d) odstranitev in/ali razgradnja onesnaževal s pomočjo rastlin (fitoremediacija).

Trenutno najbolj razviti in testirani sistemi v kmetijstvu za bioremediacijo vode, onesnažene s SVR, so Biobed, Phytobac® in Biofilter (De Wilde in sod., 2007). Delujejo na podoben način. Pri vseh je osnova biološko aktivni substrat, ki SVR veže na organsko snov ali na talne delce, kjer izvajajo mikroorganizmi njihovo hitro razgradnjo. Na izbiro in projektiranje najustrežnejšega bioremediacijskega sistema na kmetiji vpliva predvsem količina in pogostnost dodajanja s SVR onesnažene vode, podnebje in zakonodaja. Natančno primerjavo sistemov za mikrobiološko razgradnjo onesnaženih voda s SVR so opisali Tienke in sod. (2007) in TOPPS (2008).

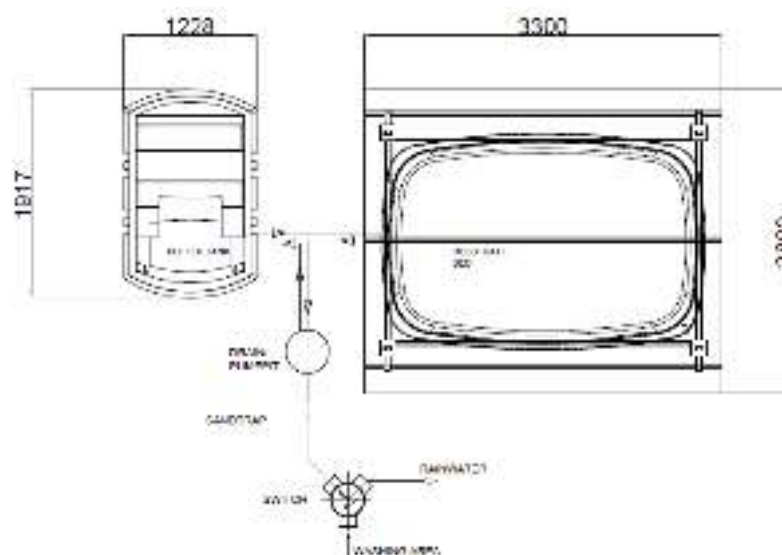
262

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V sistemih biološke razgradnje SVR je razgradnja neposredno odvisna od aktivnosti mikrobnih združb. Na aktivnost mikrobnih združb vplivajo tudi lastnosti SVR, kaže pa se kot rast in razvoj mikrobnih kolonij, ali pa kot zmanjšanje številčnosti in aktivnosti mikrobnih združb zaradi toksičnosti SVR (Karanasios in sod., 2012b).

Podjetje Biotisa iz Francije že nekaj časa ponuja na tržišču Phytobac®, sistem za učinkovito biološko razgradnjo SVR, raztopljenih v vodi. Namenjen je čiščenju večjih količin s SVR onesnažene vode. Za natančno delovanje tega sistema moramo škropilnico očistiti (notranjost in zunanost) na betonirani ali drugače neprepustni ploščadi, za čiščenjem škropilnice pa moramo prav tako oprati tudi ploščad. Onesnažena voda se steka do preklopnega ventila na najnižjem delu ploščadi, s pomočjo katerega v primeru padavin usmerimo čisto vodo nazaj v okolje, onesnaženo vodo s SVR pa do peskolova. Iz peskolova se voda, očiščena trdih delcev, pretaka do potopne črpalke, ki jo prečrpava na začasno shranjevanje v poseben plastičen rezervoar. Nadaljnje postopno prečrpavanje onesnažene vode iz rezervoarja v bazen z biomešanico je elektronsko regulirano in omogoča, da dosežemo dolgoročno enakomerno vlažnost biomešanice in s tem optimalni izkoristek Phytobaca®. Bazeni z biomešanico je zgrajen iz neprepustnega materiala (betona ali plastike...) in je globok 60 cm.

Biomešanica v sistemu Phytobac® je sestavljena iz kmetijskih tal (70 vol. %) in slame (30 vol. %). Kmetijska tla v biomešanici omogočajo boljšo sorpcijo SVR in so vir bakterijskih mikroorganizmov. V tako pripravljene biomešanici kmetijskih tal in slame se celo večje koncentracije SVR razgradijo v manj kot enem letu. Razmere, ugodne za razgradnjo SVR v biomešanici, so podobne kot v kmetijskih tleh (malo slame in nevtralni pH). Zato je prilagoditev mikroorganizmov, ki razgrajujejo SVR v biomešanici Phytobaca®, zelo hitra (Fournier in sod., 2013).



263

Slika 1: Skica enega od modelov sistema Phytobac®.

Da bi dosegli najboljšo razporeditev onesnažene vode in s tem izkoristek potenciala Phytobaca® za razgradnjo SVR dovajamo onesnaženo vodo v biomešanico s pomočjo razpršilnih šob ali kapljičnega sistema. Konstantno vlažnost biomešanice, najustrenejše za delovanje mikroorganizmov (60-75 % vodne kapacitete), uravnavamo s pomočjo senzorja za določanje vlažnosti v biomešanici. Vodni režim v biomešanici je reguliran tudi z izhlapevanjem in odtokom odvečne količine onesnažene vode skozi posebno cev na dnu bazena nazaj do črpalke. Zaradi padavin in s tem dotoka prevelikih količin vode v sistem, mora biti Phytobac® pokrit, vendar pa ne nepredušno zaprt. Omogočeno mora biti izhlapevanje vode iz sistema.

Podjetje Bayer d.o.o. je pripravilo poseben program za izračun potrebne količine substrata za čiščenje predvidene količine onesnažene vode v določenem kraju, program med drugim upošteva tudi povprečne temperature zraka.

3.1 RAZGRADNJA SREDSTEV ZA VARSTVO RASTLIN V SISTEMU PHYTOBAC®

V sistemu Phytobac® poteka razgradnja SVR v glavnem s pomočjo metabolizma bakterij in aktinomocet, ki so razširjene v kmetijskih tleh. Vendar pa majhen delež razgradnje SVR še vseeno poteka tudi s pomočjo gliv. Razmerje kmetijskih tal in slame ter pH 7 v biomešanici Phytobaca® spodbuja razvoj bakterij (Fournier in sod., 2013). Alvarez in sod. (2012) navajajo, da ima mnogo gram negativnih bakterij možnost metabolne razgradnje SVR, med drugimi tudi razni sevi iz rodu *Sphingomonas*. Možnost metabolne razgradnje SVR imajo tudi gram pozitivni mikroorganizmi, kot so na primer sevi iz rodu *Streptomyces*, največjega rodu iz skupine aktinobakterij. Aislabie in Lloyd-Jones (1995) navajata, da so za razgradnjo SVR v kmetijskih tleh med drugimi pomembne bakterije iz rodu *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* in *Rhodococcus*.

Sposobnost prilagoditve mikroorganizmov je velika tako v biomešanici Phytobaca® kot tudi v tleh. Dodatek gnojevke (5 vol. %) ali naravnega komposta (30 vol. %) tlom 7 mesecev pred dodajanjem bentazona, atrazina in izoproturona je povečal stopnjo razgradnje teh SVR. Zato je za razvoj in aktivnost mikroorganizmov ter s tem dobre metabolne procese potrebno v biomešanico dodati tudi dodatni vir dušika (Fournier, 2004). Rezultati razgradnje SVR v Phytobacu® so spodbudni (preglednica 1).

Preglednica 1: Ostanke a. s. v 200 L sodu polnjenem z mešanico 100 L kmetijskih tal in 100 L pšenične slame dve leti po postavitvi poskusa (Fournier, 1 - 2004)

264

Aktivna snov SVR	Vrsta SVR	Vnos SVR (g/sod)	Ostanke aktivnih snovi v substratu po dveh letih (%)
atrazin	herbicid	2,00	0,0
karbetamin	herbicid	5,50	0,0
kloridazon	herbicid	21,50	0,02
klorpropam	zaviralec kalitve	2,10	0,0
diuron	herbicid	16,20	0,01
etofumesat	herbicid	5,00	0,52
glufosinat	herbicid	1,50	0,0
glifosat	herbicid	16,40	0,14
izoproturon	herbicid	10,00	0,0
izoksaben	herbicid	4,00	0,0
metsulfuron-metil	herbicid	0,2	0,0
mezosulfuron-metil	herbicid	0,15	0,0
fenmedifam	herbicid	1,6	0,0
terbutilazin	herbicid	16,2	2,3

Dobro vzdrževano biomešanico lahko uporabljamo več sezon, saj je ni potrebno menjati po vsaki sezoni, moramo pa ji pred vsako sezono dodati nekaj sveže slame (Pietrantoni, 2004). V primeru, da se vseeno odločimo za zamenjavo, staro, odrabljeno biomešanico, odstranimo pred novo sezono škropljenja. Najprej jo čez poletje kompostiramo in nato raztrosimo po obdelovalnih tleh. De Wilde in sod. (2010b) so ugotovili, da je kompostiranje odrabljenе biomešanice v obliki tunela za dokončno razgradnjo SVR učinkovitejše od kompostiranja v sodih. Ker odrabljena biomešanica več ne vsebuje dovolj energije za aktivno delovanje mikroorganizmov, je potrebno

takšni mešanici dodati nekaj sveže biomešanice, ki bo spodbudila razvoj zelenih mikroorganizmov.

Po ugotovitvah Fournierja in sod. (2013) je raztros odrabljene biomešanice iz Phytobaca® na obdelovalna tla možen v količini 10 m³/ha. Francoska zakonodaja dovoljuje raztros 25 m³/ha substrata (biomešanice) iz Phytobaca® 6 mesecev po zadnjem pranju škropilnic. Pri nas pa zakonodaja na tem področju še ni urejena.

4 ZAKLJUČEK

Kmetijstvo je le eden od manjših potencialnih onesnaževalcev okolja, v primeru nepravilne uporabe SVR pa lahko povzroči škodo večjih razsežnosti. Do sedaj so bila največji vir onesnaženja podtalnih in površinskih voda s SVR točkovna onesnaženja, zato se reševanju le teh v zadnjem času posveča velika pozornost. Eden od načinov preprečevanja onesnaženosti voda zaradi točkovnega onesnaženja je tudi uporaba sistemov za biološko razgradnjo SVR na kmetiji. Taki sistemi predstavljajo zelo učinkovit način razgradnje ostankov SVR s pomočjo mikroorganizmov, ki so že tako ali tako prisotni v naravi. V večini držav EU so že začeli s poskusnim čiščenjem onesnažene vode v takih sistemih, ponekod pa je ta način razgradnje SVR že vključen v vsakodnevno prakso (Švedska, Francija...). Glede na občutljivost vodnih virov v Sloveniji bomo tudi pri nas morali čim prej poskrbeti za varovanje vodnih virov s preventivnimi ukrepi. Za razliko od dosedanje prakse, naj varovanje ne bi bile le prepovedi. Rešitve, da bomo lahko pridelali dovolj kakovostne hrane in obvarovali okolje pred neželenimi vplivi SVR, obstajajo. Ena od njih je tudi Phytobac®.

265

5 LITERATURA

- Aislabie J., Lloyd-Jones G. 1995. A review of bacterial degradation of pesticides. *Australian journal of soil research*, 33, 6: 925-942
- Alvarez A., Benimeli C.S., Saez J.M., Fuentes M.S., Cuozzo S.A., Polti M.A., Amoroso M.J. 2012. Bacterial bio-resources for remediation of hexachlorocyclohexane. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 11: 15086-15106
- De Wilde T., Spanoghe P., Debaer C., Ryckeboer J., Springael D., Jaeken P. 2007. Overview of on-farm bioremediation systems to reduce the occurrence of point source contamination. *Pest Management science*, 63, 2: 111-128
- De Wilde T., Debaer C., Ryckeboer J., Springael D., Spanoghe P. 2010b. The influence of small-and large-scale composting on the dissipation of pesticide residues in a biopurification matrix. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 90: 1113-1120
- Direktiva Evropskega parlamenta in sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. 2000. Uradni list evropskih skupnosti, L327/1: 275-346
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:05:32000L0060:SL:PDF>
(15. jun. 2019)
- Fournier J. 2004. A survey of INRA studies on biobeds. *European Biobed Workshop*, 27.-29. September 2004, Malmö, Švedska: 21 drsnič
http://www.biobeds.org/User_files/3576d31798e0f07ef2e6e1daf72c95b1.pdf (1. jun. 2019)
- Fournier J.C., Ponce-Caballero C., Vieille E., Ligny N., Desjardin J. A challenge for biobeduse expansion in France: to upgrade safe and efficient devices: 21 drsnič
<http://www.cleanregion.dk/Presentation%2022.pdf> (28. maj 2019)
- Karanasios E., Tsiropoulos N.G., Karpouzias D.G. 2012b. On-farm biopurification systems or

- the depuration of pesticide wastewaters: recent biotechnological advances and future perspectives. *Biodegradation*, 23: 787-802
- Mueller J.G., Cerniglia P.E., Pritchard P.H. 1996. Bioremediation of environments contaminated by polycyclic aromatic hydrocarbons. V: *Bioremediation: Principles and Applications*. Crawford D.L., Crawford R.L. (eds.). Cambridge, Cambridge University Press: 125-194
- Pietrantonio B. 2004. Promoting development of biobeds/Phytobacs by Bayer CropScience in France. European Biobed workshop, Malmö, 28. - 29. september 2004: 26 drsnič <http://www.cleanregion.dk/13%20Pietrantonio.pdf> (19. maj 2019)
- Prevent water contamination through the point sources. Biopurification systems for spray remnants on farm. TOPPS, Bioremediation Brochure: 33 p. www.TOPS-life.org (18. Jan. 2019)
- Rose S.C., Basford W.D., Carter A.D. 2003. On-farm bioremediation systems to limit point source pesticide pollution. V: Pesticide in air, plant, soil & water system. Proceedings of the XII Symposium on Pesticide Chemistry. Piacenza, 4.- 6. June 2003. Del Rea A.A.M., Capri E., Padovani L., Trevisan M. (eds.): 559-566
- Tieneke d.V., Pieter S., Cristof D., Jaak R., Dirk S., Peter J. 2007. Review: Overview on farm bioremediation systems to reduce occurrence of point source contamination. *Pest management Practice*, 63: 111-128
- Vidali M. 2001. Bioremediation. An overview. *Pure and Applied Chemistry*, 73: 1163-1172