

## WYKORZYSTANIE ŚLĄZOWCA PENSYLWAŃSKIEGO *SIDA HERMAPHRODITA* DO FITOREMEDIACJI GLEBY ZANIECZYSZCZONEJ PESTYCYDAMI

Katarzyna Ignatowicz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok, e-mail: k.ignatowicz@pb.edu.pl

### STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań z doświadczenia dotyczącego oceny przydatności ślázowca pensylwańskiego *Sida Hermaphrodita* do fitoremediacji podłoża sorpcyjnego złożonego z gleby oraz ustabilizowanego osadu mleczarskiego zanieczyszczonego pestycydami. W badaniach wstępnych potwierdzono przydatność mieszaniny gleby oraz ustabilizowanego osadu mleczarskiego do wykonania ekranu sorpcyjnego wokół mogilnika. W doświadczeniach prowadzonych na poletkach o powierzchni 0,3 m<sup>2</sup> wypełnionych w/w mieszaniną nasadzoną ślázowcem. Sezon wegetacyjny trwał od wiosny do późnej jesieni 2015 roku. Po okresie aklimatyzacji rośliny wprowadzano w stałych odstępach czasowych na poletka mieszaninę pestycydów chloroorganicznych. Jednocześnie pobierano próbki gleby oraz części naziemnych jak i podziemnych rośliny. W próbkach określano stężenie pestycydów zgodnie z obowiązującą metodyką z wykorzystaniem chromatografu gazowego GC/MS/MS 4000 sprzężonego ze spektrofotometrem mas oraz chromatografu gazowego AGILENT6890 przy zastosowaniu kolumn ECD1 oraz NPD2. Uzyskane wyniki pozwalają wstępnie stwierdzić, że ślázowiec może być wykorzystany do rekultywacji gleb zanieczyszczonych pestycydami, a przede wszystkim do przedłużenia żywotności bariery sorpcyjnej wokół mogilnika.

**Słowa kluczowe:** fitoremediacja, ślázowiec, sorpcja, pestycydy, mogilnik.

## THE ASSESSMENT USABILITY OF VIRGINIA MALLOW *SIDA HERMAPHRODITA* FOR PHYTOREMEDIATION OF SOIL CONTAMINATED WITH PESTICIDES

### ABSTRACT

The aim of present research was to assess the usefulness of Virginia mallow *Sida Hermaphrodita* to phytoremediation of sorption subsoil contaminated with pesticides. Studies upon purification of sorption material consisting of a soil and sewage sludge were conducted under pot experiment conditions. The vegetation season lasted since spring until late autumn 2015. After acclimatization, the mixture of chloroorganic pesticides was added into experimental pots. After harvest, it was found that pesticide contents in sorption subsoil (from 0.3588 to 0.3991 mg kg DM) were much higher than in control soil (from 0.1600 to 0.2170 mg kg DM). The achieved results initially indicate that Virginia mallow can be used for reclamation of soils contaminated with pesticides, particularly for vitality prolongation of sorption barrier around the pesticide burial area. In the future, it would allow for applying the sorption screen around pesticide burial area, which reduces pesticide migration into the environment, and grown energetic plants – through phytoremediation – would prolong the sorbent vitality and remove pesticides from above ground parts by means of combustion.

**Keywords:** phytoremediation, Virginia mallow, sorption, pesticide, graveyard.

### WSTĘP

Skutki składowania substancji toksycznych, nawet po likwidacji mogilnika, będą widoczne przez wiele lat zarówno w glebie jak i wodzie. [Biegańska, 2013] Stąd też, zachodzi konieczność szukania sposobów na ograniczenie migracji pestycydów w środowisku oraz

wdrażania nowych pomysłów. W związku z tym, celowym wydało się przeprowadzenie badań nad zastosowaniem procesu sorpcji na wybranych materiałach naturalnych i odpadów jako ekranu przenikania pestycydów oraz metali (będących składnikami pestycydów) do środowiska w celu ograniczenia ich migracji z pozostałych mogilników i magazynów. [Igna-

towicz, 2008; Ignatowicz i in., 2015] Dodatkowym zastosowanym elementem ograniczającym migrację zanieczyszczeń jest fitoremediacja na roślinach energetycznych. Sukces metody fitoekstrakcji zależy przede wszystkim od wyboru odpowiedniego gatunku rośliny. [Antonkiewicz, 2006; Borkowska, 2003] Pożądane cechy umożliwiające zastosowanie rośliny to szybki wzrost, wytwarzanie dużej biomasy w krótkim czasie, rozbudowany system korzeniowy, większa tolerancja na zanieczyszczenia, duża zdolność kumulacji toksyn szczególnie w częściach naziemnych, odporność na choroby, szkodniki i wahania pogodowe. Wszystkie podane cechy spełniają rośliny energetyczne, których przedstawicielem jest ślazowiec pensylwański (*Sida Hermaphrodita* Rusby). Gatunek ten nie ma specjalnych wymagań glebowych, w związku z czym jego uprawa może być zakładana na gruntach chemicznie zanieczyszczonych, w których produkcja roślin konsumpcyjnych nie jest pożądana. Ślazowiec wykorzystywany jest do celów energetycznych jako materiał opałowy, do produkcji płyt paździerzowych oraz kompostu.

Dodatkowym czynnikiem biorącym udział w degradacji pestycydów są grzyby glebowe. Istnieją co najmniej dwie przyczyny dużej aktywności grzybów glebowych. Pierwszą jest większa odporność na niektóre warunki wegetacji w porównaniu z innymi mikroorganizmami glebowymi, drugą zaś aktywność wytwarzanych przez nie enzymów w stosunku do znajdujących się w glebie związków organicznych. Do drobnoustrojów glebowych odznaczających się największą aktywnością w degradowaniu pestycydów można zaliczyć grzyby z rodzaju *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* i *Trichoderma* [Różański, 1992].

Celem prowadzonych badań było określenie przydatności ślazowca pensylwańskiego do fitoremediacji podłoża sorpcyjnego (złożonego z gleby oraz osadu mleczarskiego) zanieczyszczonego pestycydami, a także określenie składu mikologicznego podłoża. W przyszłości pozwoli to na zastosowanie ekranu sorpcyjnego wokół mogilnika, który ograniczy migrację pestycydów do środowiska, zaś posadzone na nim rośliny energetyczne poprzez fitoremediację oraz odpowiednie szczepionki grzybów wydłużą żywotność sorbenta, a także pozwolą zlikwidować zakumulowane w częściach naziemnych pestycydy przez spalenie.

## MATERIAŁY I METODY

Badania nad fitooczyszczaniem materiału sorpcyjnego prowadzono w warunkach doświadczenia wazonowego. Schemat doświadczenia obejmował wazon kontrolny oraz zasadniczy, na który doprowadzano pestycydy chloroorganiczne. W badaniach wstępnych potwierdzono przydatność mieszaniny gleby pobranej z okolic mogilnika oraz osadu mleczarskiego do wykonania ekranu sorpcyjnego wokół mogilnika [Ignatowicz, 2008; Ignatowicz i in., 2015].



**Rys. 1.** Ślazowiec pensylwański  
**Fig. 1.** *Sida hermaphrodita* Rusby

W doświadczeniu w wazonach o powierzchniach 0,3 m<sup>2</sup> oraz objętości 90 dm<sup>3</sup> wypełnionych sorbentem nasadzono ślazowiec. Sezon wegetacyjny trwał od wiosny do jesieni 2015 roku. Po okresie aklimatyzacji rośliny na poletko wprowadzono w sposób ciągły (imitujący dopływ powierzchniowy) mieszaninę czystych chemicznie pestycydów chloroorganicznych (DDE, DDT, DDD). W ciągu sezonu badawczego zaaplikowano po 5 mg każdej z substancji aktywnych na wazon. Po zbiorze plonów pobrano próbki gleby oraz części naziemnych jak i podziemnych rośliny. W próbkach określano zgodnie z obowiązującą metodyką stężenie pestycydów z wykorzystaniem chromatografu gazowego GC/MS/MS 4000 sprzężonego ze spektrofotometrem mas oraz chromatografu gazowego AGILENT6890 przy zastosowaniu kolumn ECD1 oraz NPD2.

**Tabela 1.** Średnie stężenia pestycydów w Ślázowcu pensylwańskim.**Table 1.** Mean concentration pesticides in Virginia mallow (*Sida Hermaphrodita*)

Pestycyd [mg kg sm]	Limit detekcji	Wazon kontrolny			Wazony zasadniczy		
		Gleba	<i>Sida Hermaphrodita</i>		Gleba	<i>Sida Hermaphrodita</i>	
			łodyga	liście		łodyga	liście
DDE	0,001	0,1600	0,0021	0,0010	0,3991	0,0111	0,0021
DDT	0,005	0,1889	0,0029	0,0011	0,3588	0,0078	0,0019
DDD	0,002	0,2170	0,0048	0,0009	0,3769	0,0185	0,0015

## DYSKUSJA WYNIKÓW

Uzyskane wyniki badań własnych potwierdzają obserwacje Borkowskiej [2003] oraz Styka [1984], że ślázowiec pensylwański jako gatunek wieloletni, wielostronnego użytkowania, cechuje się dużym potencjałem plonowania pomimo niewysokich wymagań glebowo-klimatycznych.

Rośliny już w pierwszym roku eksperymentu wykazały wysoki plon części naziemnych. Możliwość uzyskania wysokich plonów pozwala na zaproponowanie ślázowca jako jednego z gatunków roślin do rekultywacji terenów zdegradowanych chemicznie, a w tym przypadku do fitoremediacji pestycydów z bariery sorpcyjnej. Jak wykazał Antoniewicz i Jasiewicz (2006) wysoki potencjał plonowania ślázowca na glebie o zróżnicowanym zanieczyszczeniu metalami ciężkimi świadczy o dużej odporności i szybkiej adaptacji do warunków gleb zanieczyszczonych. Badania własne potwierdziły także spostrzeżenia Borkowskiej (2003) oraz Xia (2006), iż bujniejszy plon ślázowca następuje na podłożu wzbogaconym osadem mleczarskim niż na glebie mineralnej. Dotyczyło to zarówno wysokości roślin jak i biomasy plonu (rys. 1).

**Tabela 2.** Dominacja gatunkowa grzybów w podłożu sorpcyjnym**Table 2.** Fungi species with the highest occurrence in the sorption solum

Gatunek grzyba	Dominacja gatunkowa [%]
<i>Acremonium potronii</i> Vuill.	4,7
<i>Chrysosporium pannorum</i> (Link) Hughes	19,8
<i>Oidiodendron tenuissimum</i> (Peck) Hughes	8,3
<i>Penicillium decumbens</i> Thom	7,8
<i>Penicillium glabrum</i> Westling	6,3
<i>Penicillium lividum</i> Westling	6,3
<i>Trichoderma koningii</i> Oudem	8,3
<i>Wardomyces humicola</i> Henneb. & Barron	12,5

Oprócz wysokiego potencjału plonotwórczego ślázowiec wykazuje dużą zdolność do pobierania pestycydów z podłoża. W pobranych próbkach podłoża stwierdzono kilkukrotnie większe stężenie zabsorbowanych pestycydów w glebie wymieszanej osadem mleczarskim (0,3588–0,3991 mg kg sm) niż w samej glebie (0,1600–0,2170 mg kg sm). Podobną zależność stwierdzono w próbkach części naziemnych ślázowca. Liście i łodygi rośliny uprawianej na podłożu sorpcyjnym gromadziły więcej pestycydów. Większe stężenia toksyn wykryto w łodygach (DDD 0,0185 mg kg sm) niż w liściach (DDE 0,0021 mg kg sm) ślázowca niezależnie od podłoża, na którym był uprawiany.

Na podstawie przeprowadzonych badań mikologicznych wyizolowano 21 gatunków grzybów na podłożu sorpcyjnym. Wśród nich określono gatunki występujące w największej ilości (tab. 2). Uzyskano wyniki podobnie jak Wagner (2004) i Mietkiewicz (1997), który oznaczał grzyby występujące w odpadach pestycydowych. Za dominujące m. in. uznano gatunki: *Penicillium* i *Trichoderma*, które są odpowiedzialne za degradację pestycydów w glebie oraz *Chrysosporium*, *Wardomyces* i *Oidiodendron*.

## PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki badań rozpoznawczych pozwalają przypuszczać, że ślázowiec może być wykorzystany do fitoremediacji gleb zanieczyszczonych pestycydami, a przede wszystkim do przedłużenia żywotności bariery sorpcyjnej wokół mogilnika. Bujniejszy plon ślázowca na podłożu wzbogaconym osadem mleczarskim niż na glebie mineralnej pozwala prognozować uzyskanie dużej biomasy przeznaczonej na cele energetyczne, a tym samym likwidację zakumulowanych pestycydów przez późniejsze spalanie. Badania te wymagają kontynuacji i przeprowadzenia eksperymentu w okolicy istniejącego mogilnika.

## Podziękowania

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki (N N304 274840).

## LITERATURA

1. Antonkiewicz J., Jasiewicz C., Losak T. 2006. Using *Sida Hermaphrodita* Rusby for extraction of heavy metals from soil. *Acta Scientiarum Poloniarum, Formatio Circumiectus*, 5 (1), 63–73.
2. Biegańska J., Harat A., Zyzak W. 2013. Unieszkodliwianie odpadowych środków ochrony roślin pochodzących z mogiłników metodą detonacyjnego spalania. *Inżynieria Ekologiczna*, 33, doi: 10.12912/23920629/339.
3. Borkowska H., Wardzińska K. 2003. Some Effects of *Sida hermaphrodita* R. Cultivation on Sewage Sludge. *Polish Journal of Environmental Studies*, 12(1), 119–120.
4. Ignatowicz K. 2008. Zastosowanie sorpcji na odpadowych materiałach naturalnych do ograniczenia migracji pestycydów z mogiłników Przemysł Chemiczny.
5. Ignatowicz K., Piekarski J. 2015. Application of Sokolka compost to protect pesticide graveyard area. *J. Ecol. Eng.*, 16(1), 110–115.
6. Mietkiewski R.T., Pell J. K., Clark S.J. 1997. Influence of Pesticide Use on the Natural Occurrence of Entomopathogenic Fungi in Arable Soils in the UK: Field and Laboratory Comparisons. *S Biocontrol Science and Technology*, 7(4), 565–576.
7. Różański L. 1992. Przemiany pestycydów w organizmach żywych i środowisku. PWRiL, Warszawa.
8. Styk B. 1984. Niektóre zagadnienia użytkowania, biologii i agrotechniki Sidy. *Postępy Nauk Rolniczych*, 3(84), 3–8.
9. Wagner E.G., Dixon D.M. 2004. Isolation of fungi from organochlorine pesticide waste. *Mycopathologia*, 75(1), 61–63.
10. Xia H., Ma X. 2006. Phytoremediation of ethion by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) from water. *Bioresource Technology*, 97(8), 1050–1054.