

WPŁYW NIEWŁAŚCIWEJ UTYLIZACJI POZOSTAŁOŚCI ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN NA MIKROORGANIZMY GLEBOWE

Katarzyna Kucharska¹, Urszula Wachowska¹

¹ Katedra Entomologii, Fitopatologii i Diagnostyki Molekularnej, Uniwersytet Warmińsko Mazurski w Olsztynie, ul. Prawocheńskiego 17, 10-720 Olsztyn, e-mail: urszula.wachowska@uwm.edu.pl

STRESZCZENIE

Nowe unormowania prawne zwracają szczególną uwagę na właściwą utylizację pozostałości środków ochrony roślin w gospodarstwach rolniczych i ogrodniczych, ponieważ niektóre z nich mogą pozostawać w glebie kilka lat w niezmienionej formie zmieniając bioróżnorodność mikroorganizmów glebowych. W badaniach ankietowych analizowano sposoby stosowania i utylizacji środków ochrony roślin przez profesjonalnych użytkowników, a w badaniach laboratoryjnych oceniono bioróżnorodności zbiorowiska mikroorganizmów glebowych pochodzących ze stanowisk punktowo skażonych tymi ksenobiotykami. Świadomość użytkowników środków ochrony roślin w zakresie atestowania opryskiwaczy oraz konieczności szkolenia osób wykonujących zabiegi ochronne była na dość wysokim poziomie. Niestety świadomość ekologicznego zagrożenia ze strony środków ochrony roślin wśród ankietowanych była mała, ankietowani dość często deklarowali, że ich pozostałości wylewane są do gleby w jednym miejscu w gospodarstwie. Ograniczało to bioróżnorodność mikroorganizmów glebowych, szczególnie liczebność bakterii wiążących azot. Grzyby rodzaju *Mucor* oraz gatunki *Fusarium culmorum* i *Gliocladium roseum* na ogół nie reagowały na obecność pozostałości środków ochrony roślin w glebie.

Słowa kluczowe: ankiety, pozostałości środków ochrony roślin, bakterie, *Mucor* spp., *Fusarium* spp.

THE EFFECT OF IMPROPER DISPOSAL OF THE RESIDUES OF PLANT PROTECTION PRODUCTS ON SOIL MICROORGANISMS

ABSTRACT

New legislation emphasizes the importance of proper disposal of the residues of plant protection products in farms in the agricultural and horticultural sector, because some of those residues may remain in soil in unchanged form for several years, thus affecting the biodiversity of soil microorganisms. A questionnaire survey was conducted to determine the methods of application and disposal of plant protection products by professional users. Biodiversity of microbial communities in soil at sites contaminated by xenobiotics from point sources was evaluated in a laboratory experiment. The awareness of the users of plant protection products regarding responsible and safe use of approved sprayers and the need to train persons performing protective treatments was satisfactory. However, the respondents demonstrated a low level of environmental awareness, and they often declared that in their farms the residues of plant protection products are disposed of in the same place repeatedly. Such practices reduce the biodiversity of soil-dwelling microbes, in particular, the counts of nitrogen-fixing bacteria. In most cases, fungi of the genus *Mucor* and the species of *Fusarium culmorum* and *Gliocladium roseum* did not respond to the presence of the residues of plant protection products in soil.

Keywords: questionnaire survey, residues of plant protection products, bacteria, *Mucor* spp., *Fusarium* spp.

WSTĘP

Celem intensywnej produkcji rolniczej jest zwiększenie i poprawa jakości plonów przy pomocy środków ochrony roślin. Ich nadmierne lub niewłaściwe stosowanie niesie jednak wiele niebezpieczeństw, takich jak daleko idące zanieczysz-

czenie środowiska naturalnego [Hołownicki i in. 2011, Wrzosek i in. 2009]. Pomimo świadomości tych zagrożeń od 2005 roku w Polsce wzrasta stosowanie tych ksenobiotyków, ich średnie zużycie szacowane jest na poziomie 1,86 kilograma substancji aktywnej na hektar. W Europie klasyfikuje to nasz kraj się na dość wysokiej pozycji, podobną

ilość preparatów do ochrony upraw wykorzystuje się w Niemczech [Rocznik Statystyki Międzynarodowej GUS 2012, Jarecki, Bobrecka-Jamro 2013, Pruszyński, Skrzypczak 2007, Wrzosek i in. 2009]. Wprowadzenie nowych przepisów prawnych zobowiązujących profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin do stosowania zasad integrowanej ochrony roślin, począwszy od dnia 1 stycznia 2014, ogranicza ich stosowanie [Ustawa z dnia 8 marca 2013 r., Hołownicki i in. 2011, Jarecki, Bobrecka-Jamro 2013].

Środki ochrony roślin tylko w niewielkiej części trafiają do faktycznego celu zwalczania, organizmu szkodliwego, natomiast pozostała część ulega rozproszeniu w środowisku [Komárek i in. 2010, Muñoz-Leoz i in. 2011]. Zarówno substancje aktywne jak i ich metabolity ulegają również zróżnicowanym procesom, takim jak: migracje między wszystkimi komponentami środowiska oraz sorpcja w środowisku glebowym [Wrzosek i in. 2009]. W zależności od sposobu zastosowania, dawki preparatu oraz jego właściwości procesy te przebiegają odmiennie. Niektóre preparaty bardzo szybko ulegają degradacji, inne zaś pozostają w glebie kilka lat w niezmięnionej formie. Dlatego niezwykle ważna jest właściwa utylizacja pozostałości środków ochrony roślin w gospodarstwach rolniczych i ogrodniczych. Celem badań była analiza sposobu utylizacji środków ochrony roślin w gospodarstwach na terenie Polski północno – wschodniej oraz ocena struktury mikroorganizmów gleby punktowo skażonej środkami ochrony roślin niewłaściwie utylizowanymi.

MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

W latach 2012 – 2014 przeprowadzono badania ankietowe wśród 174 studentów kierunku rolnictwo i ogrodnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, posiadających gospodarstwa rolne lub ogrodnicze. Ankiety zawierały pytania o sposoby postępowania ze środkami ochrony roślin, ich pozostałościami, opakowaniami i techniką dokonywania zabiegów oraz analizami pozostałości środków ochrony roślin.

We wrześniu 2012 roku pobrano próby gleby z obszarów punktowo skażonych środkami ochrony roślin na terenie województwa warmińsko-mazurskiego. W prywatnych gospodarstwach rolnych wytypowano miejsca, w których wylewano pozostałości środków ochrony roślin. Próby gleby o masie 1 kg pobierano z głębokości 20 cm, w

centrum skażenia, w odległości pięciu i dziesięciu metrów od niego. Po 10 gram gleby wytrząsano w 90 cm³ sterylnej wody, w 250 cm³ kolbach, przez 30 minut w wytrząsarce stołowej typu 358S (Elpin Plus, Polska). Zawiesiny drobnoustrojów w ilości 0,1 cm³ wysiano wgłębnie na pożywkę Martina stosowaną do izolacji drożdży i grzybów strzępkowych [Martin 1950], pożywkę agarową bez azotu do izolacji bakterii wiążących azot [Matyniuk, Matyniuk 2003], pożywkę King B do izolacji bakterii rodzaju *Pseudomonas* [King i in. 1954], podłoże do izolacji bakterii rzędu *Actinomycetales* według Williamsa-Davisa (skrobia – 10 gram; MgSO₄·7H₂O – 0,5 gram; K₂HPO₄ – 1 gram; agar – 16 gram; woda 1000 cm³; pH 7,1–7,3). Do izolacji bakterii proteolitycznych zastosowano pożywkę z żelatyną (NaCl – 2 gram; K₂HPO₄ – 0,5 gram; MgSO₄·7H₂O – 0,2 gram; CaCl₂ – 0,1 gram; FeSO₄·7H₂O – ślad; żelatyna 100g; agar – 20 g; woda 1000 ml; pH 7,0), a do uzyskania bakterii celulolitycznych podłoże z celulozą (NaCl – 0,5 gram; K₂HPO₄ – 1 gram; MgSO₄·7H₂O – 0,5 gram; FeSO₄·7H₂O – ślad; NaCl – 0,5 gram; wyciąg glebowy – 200 cm³; ekstrakt drożdżowy – 0,5 gram; celuloza – 6 gram; agar – 18 gram; woda – 800 cm³; pH 7,0). Kolonie mikroorganizmów policzono po ustaleniu się ich liczby na płytkach.

Dane z ankiet analizowano metodą rang Kruskala-Wallis (ANOVA). Do oceny istotności różnic między średnimi w badaniach mikrobiologicznych zastosowano wielokrotny test Studenta-Newmana-Kuels (SNK, p=0,01). Dane liczbowe dotyczące liczebności mikroorganizmów transformowano według wzoru log (jednostki tworzące kolonie (jtk)+1). Wyniki przedstawiono w postaci log(jtk+1) w 1 gramie świeżej masy gleby ryzosferowej. Istotność różnic między średnimi obliczono programem Statistica 9.0 (ANOVA). Strukturę zbiorowisk grzybów strzępkowych podano w postaci liczby wszystkich oznaczonych kolonii wyrastających na podłożu Martina. Bioróżnorodność zbiorowisk grzybów strzępkowych oszacowano wskaźnikiem Margalefa obliczonym według wzoru: wskaźnik Margalefa = liczba gatunków – 1 / ln (liczebność zbiorowisk grzybów).

ZESTAWIENIE I OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Wśród ankietowanych tylko troje gospodarzy prowadziło gospodarstwa ekologiczne. Zdecydowana większość ankietowanych pochodziła z

województwa warmińsko-mazurskiego oraz mazowieckiego (tabela 1). Wśród badanych dominowali posiadacze gospodarstw rolnych (98,2%), o wielkości od 10 do 100 hektarów (73,1%). Gospodarstwa o powierzchni do 5 hektarów posiadało 5,3% ankietowanych. Wielkość gospodarstwa miała istotny wpływ na postępowanie ze środkami ochrony roślin oraz ich pozostałościami. Im gospodarstwo było większe tym większa była liczba stosowanych zabiegów ochronnych, a osoba wykonująca zabieg częściej była przeszkolona, natomiast opryskiwacze częściej nie tylko sprawne, ale i atestowane. Wielkość gospodarstwa również miała wpływ na sposób przechowywania oraz częstość oddawania opakowań po środkach ochrony roślin do dystrybutorów, im większe gospodarstwo tym częściej zużyte opakowania trafiały do dystrybutorów a środki ochrony roślin przechowywane były w specjalnie przeznaczonych do tego celu pomieszczeniach.

Ankietowani najczęściej wykonywali zabiegi ochronne przeciwko chwastom (87,7%), rzadziej stosowali preparaty grzybobójcze (64,9%) i owadobójcze (48,5%) – tabela 1. Ponad połowa respondentów stosowała nie więcej niż pięć zabiegów ochronnych w sezonie wegetacyjnym roślin (58,5%), natomiast 9,9% powyżej 10 zabiegów. Osoby przeprowadzające zabiegi w większości gospodarstw były przeszkolone (79,5%), a stosowane opryskiwacze atestowane (74,9%). Środki ochrony roślin w gospodarstwach ankietowanych często zużywane były na bieżąco (31%), przechowywano je także w pomieszczeniach gospodarczych (28,7%) lub w specjalnie wydzielonych do tego miejscach (40,4%). Po wykonanych zabiegach ochronnych opryskiwacze były płukane a pozostałości ankietowani wylewali do specjalnych zbiorników jedynie w 30,4% gospodarstw, pozostali wylewali je w jedno miejsce w gospodarstwie (34,5%), w inne miejsce (najczęściej charakteryzowane jako lasy lub rowy) – 30,4% lub do kanalizacji (4,7%). Opakowania po zużytych środkach ochrony roślin oddawane były przez 64,3% respondentów do dystrybutorów środków ochrony roślin. Innymi sposobami na pozbywanie się opakowań po środkach ochrony roślin było wyrzucanie do śmieci (21,6%), palenie (11,1%) oraz zakopywanie (2,9%). Jakość płodów rolnych pod kątem pozostałości środków ochrony roślin ankietowani sprawdzali najczęściej co kilka lat (46,8%), jednak aż 29,2% ankietowanych nigdy nie sprawdziła jakości pozyskanych płodów rolnych.

Tabela 1. Procentowy układ odpowiedzi udzielanych w ankiecie

Table 1. Percentage system answers provided in the questionnaire

Pytania ankietowe	%
1. Rodzaj gospodarstwa:	
a. gospodarstwo rolne	98,2
b. gospodarstwo ogrodnicze	1,8
2. Wielkość gospodarstwa:	
a. do 5 hektarów	5,3
b. 5 – 10 hektarów	10,5
c. 10 – 100 hektarów	73,1
d. powyżej 100 hektarów	11,1
3. Oddalenie gospodarstwa od dużego ośrodka miejskiego:	
a. do 5 kilometrów	11,7
b. 5 – 10 kilometrów	24
c. powyżej 10 kilometrów	64,3
4. Gospodarstwo położone jest w województwie:	
a. warmińsko-mazurskim	43,3
b. mazowieckim	33,3
c. kujawsko-pomorskim	4,7
d. podlaskim	9,9
e. pomorskim	8,2
f. śląskie	0,6
5. Zabiegi ochronne stosowane są w celu ograniczenia występowania:	
a. patogenów	64,9
b. owadów	48,5
c. chwastów	87,7
6. Liczba zabiegów ochronnych stosowanych w gospodarstwie:	
a. do 5 zabiegów	58,5
b. od 5 do 10 zabiegów	31,6
c. powyżej 10 zabiegów	9,9
7. Osoba wykonująca zabiegi jest:	
a. przeszkolona	79,5
b. nieprzeszkolona	20,5
8. Opryskiwacze stosowane do wykonania zabiegów są:	
a. sprawne	25,1
b. atestowane	74,9
9. Środki ochrony roślin przechowywane są w:	
a. budynku gospodarczym	28,7
b. specjalnie wydzielonym pomieszczeniu	40,4
c. zużywane są na bieżąco	31
d. inne	0
10. Po wykonaniu zabiegu ochronnego opryskiwacze są płukane, a pozostałości wylewane:	
a. do kanalizacji	4,7
b. w jedno miejsce w gospodarstwie	34,5
c. do specjalnych zbiorników	30,4
d. w inne miejsce	30,4
11. Opakowania po środkach ochrony roślin są:	
a. palone	11,1
b. zakopywane	2,9
c. wyrzucane do śmieci	21,6
d. oddawane do dystrybutora	64,3
e. inne	0
12. Jakość uzyskanych płodów rolnych pod kątem pozostałości środków ochrony roślin sprawdzana jest:	
a. corocznie	24
b. co kilka lat	46,8
c. inne	29,2

Przeszkolenie osoby wykonującej w gospodarstwie zabieg ochronny miało wpływ na postępowanie z pozostałościami środków ochrony roślin. Jeśli osoba wykonująca zabieg była przeszkolona to opryskiwacze częściej były atestowane, a środki ochrony roślin przechowywane w specjalnie wydzielonych pomieszczeniach, a opakowania po nich częściej oddawano do dystrybutorów środków ochrony roślin. Przeszkolenie osoby wykonującej zabieg nie korelowało natomiast z postępowaniem z pozostałościami środków ochrony roślin z opryskiwaczy po wykonaniu zabiegów oraz z częstotliwością badań płodów rolnych. Sugeruje to konieczność kontynuacji szkolenia osób, szczególnie w kierunku większej znajomości ekotoksycznego oddziaływania środków ochrony roślin na środowisko.

Z uwagi na drażliwość informacji na temat lokalizacji punktów, w których wylewano środki ochrony roślin, nie podano ich nazw. W glebie punktowo skażonej środkami ochrony roślin najliczniej występowały promieniowce, ale ich liczebność była stabilna i nie zmieniała się w zależności od odległości od centrum skażenia (tabela 2). Liczebność uboższych zbiorowisk bakterii chitynolitycznych i proteolitycznych pozostawała na zbliżonym poziomie we wszystkich rejonach i punktach badań. W punkcie badawczym numer 3 liczebność bakterii celulolitycznych okazała się istotnie mniejsza w centrum niż w odległości 5 i 10 metrów od niego, co spowodowane było najprawdopodobniej brakiem roślin w punkcie

wylewania środków ochrony roślin. Odwrotną zależność odnotowano w tym punkcie dla bakterii rodzaju *Pseudomonas*. Zbiorowiska bakterii wiążących azot były najmniej liczne i najwrażliwsze na obecność wylewanych do gleby środków ochrony roślin w lokalizacjach numer 2 i 3. W samym centrum skażenia ich liczebność była o 11,9 i 29,0 procent mniejsza niż w odległości 10 metrów od niego. Zjawisko to należy uznać za szczególnie niekorzystne, z uwagi na gromadzenie przez te bakterie azotu, który jest następnie mineralizowany przez inne mikroorganizmy glebowe [Martyniuk, Martyniuk 2003, Martyniuk i in. 2007] We wcześniejszych badaniach Jastrzębska i Kucharski (2005) wskazali także na dużą wrażliwość tych bakterii na fungicydy, a Wyszowska i Kucharski (2004) udowodnili negatywny wpływ herbicydów na te mikroorganizmy.

W badaniach drożdże zareagowały na obecność ksenobiotyków w glebie w lokalizacjach numer 1 i 3, a liczebność grzybów strzępkowych nie zmieniała się pod wpływem tych zanieczyszczeń. O dużej stabilności tych eukariotycznych mikroorganizmów po zastosowaniu wysokiej dawki azoksystrobiny donosiła też Baćmaga i in. (2015). W cytowanych badaniach społeczność tych drobnoustrojów częściowo odbudowywała się po 60 dniach od wprowadzenia tego ksenobiotyku do gleby.

W glebie skażonej środkami ochrony roślin analizowano również zróżnicowanie gatunkowe grzybów strzępkowych (tabela 3). W centrum ska-

Tabela 2. Liczebność zbiorowisk mikroorganizmów ryzosferowych na terenach punktowo skażonych środkami ochrony roślin

Table 2. The number of rhizosphere microbial communities in the areas contaminated by plant protection products

Lokalizacja	Odległość od centrum skażenia [metry]	Rodzaje mikroorganizmów																							
		Grzyby strzępkowe			Drożdże			Bakterie rosnące na podłożu bez azotu			Bakterie rodzaju <i>Bacteria genus</i>			Bakterie proteolityczne			Bakterie celulolityczne			Bakterie chitynolityczne			Promieniowce		
		Śr	SE	SNK	Śr	SE	SNK	Śr	SE	SNK	Śr	SE	SNK	Śr	SE	SNK	Śr	SE	SNK	Śr	SE	SNK	Śr	SE	SNK
log (jtk + 1) na 1g świeżej masy gleby																									
1	0	6,41	(±0,02)	^a	6,14	(±0,16)	^b	5,41	(±0,08)	^c	5,77	(±0,04)	^b	7,32	(±0,07)	^b	7,56	(±0,04)	^a	7,95	(±0,08)	^a	9,26	(±0,06)	^a
	5	6,16	(±0,11)	^{ab}	6,22	(±0,11)	^b	5,43	(±0,10)	^c	5,5	(±0,29)	^b	8,18	(±0,31)	^a	7,71	(±0,06)	^a	8,07	(±0,06)	^a	9,31	(±0,05)	^a
	10	6,09	(±0,04)	^{ab}	6,94	(±0,08)	^a	5,26	(±0,21)	^c	5,5	(±0,10)	^b	7,73	(±0,05)	^{ab}	7,9	(±0,08)	^a	8,01	(±0,07)	^a	9,39	(±0,05)	^a
2	0	5,58	(±0,10)	^c	5,97	(±0,04)	^b	5,76	(±0,07)	^c	5,37	(±0,06)	^b	7,53	(±0,13)	^b	7,58	(±0,10)	^a	8,09	(±0,07)	^a	9,45	(±0,12)	^a
	5	5,85	(±0,07)	^{bc}	5,95	(±0,34)	^b	5,83	(±0,13)	^c	5,97	(±0,09)	^{ab}	7,57	(±0,15)	^b	7,73	(±0,10)	^a	8,07	(±0,07)	^a	9,46	(±0,07)	^a
	10	5,9	(±0,18)	^{bc}	6,91	(±0,17)	^a	6,45	(±0,34)	^b	5,69	(±0,35)	^b	7,88	(±0,03)	^{ab}	7,74	(±0,17)	^a	7,96	(±0,04)	^a	9,43	(±0,05)	^a
3	0	5,92	(±0,14)	^{ab}	5,66	(±0,15)	^b	5,51	(±0,13)	^c	4,72	(±0,07)	^c	7,39	(±0,06)	^b	7,47	(±0,06)	^a	8,01	(±0,10)	^a	9,58	(±0,06)	^a
	5	6,23	(±0,10)	^{ab}	7,22	(±0,15)	^a	7,11	(±0,08)	^a	6,37	(±0,06)	^{ab}	7,89	(±0,08)	^{ab}	6,84	(±0,02)	^b	8,11	(±0,05)	^a	9,42	(±0,02)	^a
	10	6,05	(±0,13)	^{ab}	6,89	(±0,12)	^a	6,84	(±0,12)	^{ab}	6,51	(±0,04)	^{ab}	7,89	(±0,06)	^{ab}	7,01	(±0,13)	^b	8,03	(±0,06)	^a	9,57	(±0,07)	^a

Śr – średnia; SE – błąd standardowy; SNK – jednakowymi literami oznaczono wielkości nieróżniące się istotnie w obrębie grup mikroorganizmów według testu Newmana-Keulsa (p = 0,01).

Tabela 3. Liczebność zbiorowisk grzybów strzępkowych uzyskanych z terenów skażonych fungicydami
Table 3. The number of communities of filamentous fungi obtained from areas contaminated with fungicides

Gatunek grzyba	Numer lokalizacji (odległość od centrum skażenia [metry])									Razem
	1(0)*	1(5)	1(10)	2(0)	2(5)	2(10)	3(0)	3(5)	3(10)	
<i>Acremonium furcatum</i> (F. et V. Moreau) ex W. Gams			1							1
<i>Acremonium</i> spp.					1				1	2
<i>Acremonium strictum</i> W. Gams			1							1
<i>Aphanocladium album</i> (Preuss) W. Gams						1				1
<i>Aureobasidium bolleyi</i> (Sprague) von Arx			1							1
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud,						2			1	3
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries			4	1		2		1	1	9
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link							2		1	3
<i>Cylindrocarpon destructans</i> (Zinssm.) Scholten	3						2	3		8
<i>Doratomyces</i> spp.					1	3				4
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.					1	2			2	5
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm.) Sacc.	1	2	3	1	1			1	1	10
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder et Hansen			3			3			2	8
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc						1				1
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb			2		1					3
<i>Geotrichum candidum</i> Link						1		1		2
<i>Gliocladium catenulatum</i> J.C. Gilman & E.V. Abbott						1				1
<i>Gliocladium roseum</i> Bainier	1		3	2	1	3			1	11
<i>Gliomastix murorum</i> (Corda) Hughes	3	2		1		1		1		8
<i>Mortierella</i> spp.	1				1			1	5	8
<i>Mucor</i> spp.	1	4	3			1		3	1	13
<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier	1			6						7
<i>Papulaspora</i> spp.			1							1
<i>Penicillium</i> spp.		5	29			5			2	41
<i>Polyscytalum</i> spp.				1	1					2
<i>Rhinoclatiella</i> spp.				1	1	2				4
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.				1					1	2
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	1	2								3
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Fr.		3		1	2	1				7
Kolonie niezarodnikujące				1			4		6	11
Liczba kolonii	12	18	51	16	11	29	8	11	25	181
Liczba gatunków	8	6	11	10	10	15	3	7	13	29
Wskaźnik Margalefa	2,8	1,7	2,5	3,2	3,8	4,2	1	2,5	3,7	5,4

* – objaśnienia w tekście.

żenia i 5 metrów od niego odnotowano obecność trzech gatunków (*Cylindrocarpon destructans*, *Paecilomyces variotii*, *Trichoderma harzianum*) niepojawiających się w próbach gleby pobieranej w odległości 10 metrów od centrum. Wśród grzybów licznych i nieselekcjonowanych przez zanieczyszczenia można wymienić rodzaj *Mucor* oraz gatunek *Gliocladium roseum*. Gatunki rodzaju *Mucor* wielokrotnie opisywane były jako potencjalnie zdolne do biodegradacji środków ochrony

roślin i innych ksenobiotyków [Silva i in. 2014]. Grzyby rodzaju *Fusarium*, również licznie występujące w badanej glebie, wykazywały różnicowaną wrażliwość na skażenie. Gatunek *F. culmorum* nie był selekcjonowany przez zanieczyszczenia, natomiast *F. oxysporum* występował jedynie w odległości 10 metrów od centrum skażenia gleby środkami ochrony roślin. W przypadku wszystkich badanych stanowisk zarówno liczba kolonii jak i różnicowanie gatunkowe wyraźnie

rosło wraz z oddalaniem się od centrum skażenia gleby środkami ochrony roślin.

Reasumując należy podkreślić, że liczne szkolenia z zakresu integrowanej ochrony roślin przyczyniły się do wzrostu świadomości użytkowników środków ochrony roślin, opryskiwacze są najczęściej atestowane a osoby wykonujące zabiegi ochronne najczęściej są przeszkolone. Niestety świadomość ekologicznego zagrożenia ze strony środków ochrony roślin jest mała, często ich pozostałości wylewane są do gleby. Zmienia to skład mikroorganizmów, co może mieć wpływ na żyzność gleby.

LITERATURA

1. Baćmaga M., Kucharski J., Wyszowska J., 2015. Microbial and enzymatic activity of soil contaminated with azoxystrobin. *Environ Monit Assess* 187, 615–630.
2. Hołownicki R., Doruchowski G., Godoń A., 2011. Technika ochrony roślin w dyrektywach UE. *Inżynieria Rolna* 4(129), 75–84.
3. Jarecki W., Bobrecka-Jarmo D., 2013. Zużycie środków ochrony roślin w Polsce w kontekście retardacji przemian rolniczej przestrzeni produkcyjnej. *Inżynieria Ekologiczna* 34, 121–128.
4. Jastrzębska E., Kucharski J., 2005. Liczebność drobnoustrojów w glebie zanieczyszczonej fungicydami. *Mat. 39 Konferencji Mikrobiologii Gleby. Kobyła Góra - Wrocław, 5-8 wrzesień 2005*, 67–68.
5. Komárek M., Čadkorá E., Chrasty V., Bordas F., Bollinger J.C., 2010. Contamination of vineyard soil with fungicides: A review of environmental and toxicological aspects. *Environmental International* 36, 138–151.
6. Martyniuk S., Martyniuk M., 2003. Occurrence of *Azotobacter* spp. in Polish soil. *Polish Journal of Environmental Studies* 12(3), 371–374.
7. Martyniuk, S., Ksiezniak, A., Jonczyk, K., Kus, J., 2007. Microbiological characteristics of soil under winter wheat cultivated in ecological and conventional systems. *J Res Appl Agric Eng*, 52, 113–116.
8. Muñoz-Leoz B., Ruiz-Romera E., Antigüedad I., Garbisu C., 2011. Tebuconazole application decreases soil microbial biomass and activity. *Soil Biology and Biochemistry* 43(10), 2176–2183.
9. Pruszyński S., Skrzypczak G. 2007. Ochrona roślin w zrównoważonym rolnictwie. *Frag. Agron.* 4(96), 127–138.
10. Rocznik Statystyki Międzynarodowej GUS 2012. stat.gov.pl/cps/rde/.../gus/RS_rocznik_stat_miedzynarodowy_2012.pdf
11. Silva E. d O., Furtado N.A.J.C., Aleu J., Collado I.G., 2014. Non-terpenoid biotransformations by *Mucor* species. *Phytochem Rev.* DOI 10.1007/s11101-014-9374-0.
12. Ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin, *Dz.U.* 2013 poz. 455.
13. Wrzosek J., Gworek B., Marciaszek D., 2009. Środki ochrony roślin w aspekcie ochrony środowiska. *Ochr. Środ. Zasob. Natur.* 39, 75–88.
14. Wyszowska J., Kucharski J., 2004. Biologiczne właściwości gleby zanieczyszczonej Chwastoxem Trio 540 SL. *Rocz. Gleb.*, 50, 311–319.