



**Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
Zakład Ochrony Roślin przed Szkodnikami**

Kierownik Projektu: dr Małgorzata Tartanus

Sprawozdanie z realizacji zadania w 2017 roku

Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania w zakresie określenia źródeł oraz przyczyn niezamierzonego występowania w produktach ekologicznych środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym; określenie dobrych praktyk, standardów postępowania, opracowanie przewodnika oraz wytycznych w zakresie przeciwdziałania takim przypadkom.

KIEROWNIK PROJEKTU

dr Małgorzata Tartanus

**DYREKTOR INSTYTUTU
OGRODNICTWA**

prof. dr hab. Małgorzata Korbin

Subkontraktor: prof. A.M. Persiani, Uniwersytet La Sapienza w Rzymie

Wykonawcy: dr Małgorzata Tartanus, dr hab. Barbara H. Łabanowska prof. IO, dr hab. Eligio Malusa prof. IO, dr Artur Miszczak, mgr Joanna Kicińska, mgr Ewelina Szustakowska, mgr Danel Sas, mgr Michał Hołdaj, mgr Damian Gorzka, prof. dr hab. Adam Wojdyła, mgr Witold Danelski, mgr Barbara Sobieszek, mgr Jadwiga Czajkowska, mgr Ilona Kuśmierska, mgr Rafał Pejski, techn. Bożena Pawlik, techn. Stanisław Lesiak techn. Anna Trocha, techn. Katarzyna Gręda, techn. Tadeusz Mańkowski, techn. Danuta Palmowska, techn. Bożena Szwed, techn. Teresa Bil

Wstęp

Skażenie gleb trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi (TZO) jest bardzo powszechne w środowisku naturalnym, a ich usunięcie z gleby stało się poważnym problemem. Wykazano, że metody rekultywacji (prowadzące do rozwiązania lub złagodzenia problemu) mają istotne znaczenie, a większość z nich skupia się na fitoremediacji, ze względu na łatwość stosowania, efektywność, niski koszt oraz ogólną akceptację. Pomimo, iż w Polsce od prawie 30 lat istnieje zakaz stosowania środków zawierających DDT, to nadal wiele produktów żywnościowych zanieczyszczanych jest pozostałościami tej substancji lub jej metabolitami (DDE, DDD i ich izomerami). Stanowi to tym większe zagrożenie dla środowiska, że szczególnie gleba, wykazuje duże skłonności do bioakumulacji tych substancji. Zwiększona czułość analityczna metod i narzędzi wykorzystywanych do analizy pozostałości pestycydów i innych związków spowodowała, że w ostatnich latach w Polsce coraz częściej wykrywane są pozostałości DDT w niektórych partiach produktów, także ekologicznych.

Celem nadrzędnym podjętych badań była próba rozwiązania problemów z jakimi borykają się producenci produktów ekologicznych. Badania miały na celu poszerzenie wiedzy oraz opracowanie (dla wspomnianej grupy producentów ekologicznych, ale także innych) porad i zaleceń zawierających informacje na temat gatunków roślin uprawnych, które mogą być bardziej podatne na bioakumulację DDT lub jego metabolitów oraz praktyczne porady, jak można zmniejszyć ryzyko przypadkowej obecności pozostałości DDT w takich produktach.

Ogólna metodyka badań i przeprowadzania analiz

Doświadczenia polowe zakładano metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach na plantacjach prowadzonych systemem ekologicznym, doświadczenia laboratoryjno-wazonowe prowadzono w 2-3 powtórzeniach, zaś laboratoryjne w 4 powtórzeniach.

Przygotowanie gleby do wazonów

Do niektórych doświadczeń (co zostało określone w metodyce poszczególnych doświadczeń) gleba była pobrana z kilku plantacji ekologicznych, na których analitycznie zostało wykryte DDT lub jego metabolity, następnie w celu uzyskania wyższych poziomów DDT gleba rozkładana była na foli w 2 cm grubości warstwie była równomiernie opryskiwana DDT-p,p (DDTp,p - stosowane jako standard analityczny w badaniach pozostałości) rozpuszczonym w acetonie i rozcieńczonym w wodzie. Do pozostałych doświadczeń stosowano glebę, w której analitycznie nie stwierdzono DDT i jego metabolitów (suma DDT = nd). A następnie w celu uzyskania odpowiednich poziomów DDT stosowano procedurę przygotowania gleby jak wyżej. W poszczególnych doświadczeniach stosowano różne ilości DDT-p,p.



Przygotowywanie gleby do doświadczeń wazonowych

Pobieranie prób gleby i materiału roślinnego do analiz

Próby gleby do analiz pobierano dwukrotnie przed założeniem doświadczeń w celu stwierdzenia pozostałości DDT w glebie oraz drugi raz po zastosowaniu zabiegów rekultywujących (wysiewanie roślin, stosowanie środków bakteryjnych i grzybowych). Próby gleby do analizy obecności DDT pobierano za pomocą laski Egnera, do głębokości 25 cm z 20-25 punktów rozmieszczonych losowo na powierzchni pola (doświadczenia polowe), lub uśrednioną próbę gleby z doniczek (doświadczenia wazonowe) każdej kombinacji. Różne organy roślinne (części nadziemne i owoce) w próbie minimum 300g pobierano w okresie wegetacji lub pod koniec sezonu wegetacji a próby korzeni roślin (300g) po okresie wzrostu. Próby do badań pobierano zgodnie z metodyką opisaną w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 listopada 2013 r. „w sprawie pobierania próbek roślin, produktów roślinnych lub przedmiotów do badań na obecność pozostałości środków ochrony roślin” (Dz.U. 2013, poz. 1549)

Analiza gleby pod względem właściwości fizykochemicznych

Podstawowe właściwości fizyczne gleby określono na podstawie analizy jej tekstury. Zawartość substancji organicznej w glebie oznaczano poprzez jej spopielenie na sucho w piecu muflowym w temp. 550°C. Odczyn gleby (pH) określono przy pomocy metody potencjometrycznej, ogólną zawartość soli - metodą konduktometryczną, makroskładniki we wspólnym wyciągu 0,03 N kwasie octowym metodą uniwersalną wg Nowosielskiego (1974, 1978) a mikroskładniki w wyciągu Lindsaya opartym na roztworze EDTA metodą spektrometrii plazmowej.

Ocena stanu zdrowotnego posadzonych roślin

Ocenię podlegały rośliny rosnące na poletkach, na których zastosowano mikroorganizmy oraz na poletkach kontrolnych (gdzie ich nie stosowano). Oceniano ogólną kondycję roślin, między innymi wzrost części nadziemnej oraz wygląd systemu korzeniowego, który oceniany był wg 3-stopniowej skali: 1 – gleba w doniczce cała przerośnięta korzeniami, system korzeniowy dobrze rozwinięty; 2 - gleba w doniczce średnio przerośnięta korzeniami, system korzeniowy

średnio rozwinięty; 3 - gleba w doniczce słabo przerośnięta korzeniami, system korzeniowy słabo rozwinięty.



Ocena stanu zdrowotnego roślin



Ocena stanu wyglądu korzeni

Izolacja mikroorganizmów z pobranych gleb i opracowanie inokulum mikroorganizmów

Izolację szczepów grzybów i bakterii przeprowadzono z zanieczyszczonych próbek gleby z zastosowaniem metody posiewu rozcieńczeń (stosunek gleby / woda 1: 1000). Do hodowli zastosowano pożywkę agarową (SEA) i ekstrakt gleby przygotowany w autoklawie po filtracji gleby ze strefy pobierania. Do przesączu dodano następujące związki: glukoza 10 g/l, ekstrakt drożdżowy 1 g/l i Agar 15 g/l. Otrzymany roztwór rozprowadzono do sterylizowanych szklanych probówek (25 ml każda) i hodowano w początkowym okresie w temperaturze 4°C, a następnie inkubowano w temperaturze 25°C przez 7 dni. Po tym okresie wszystkie izolaty przeniesiono do czystej kultury. Następnie dla 26 wybranych gatunków grzybów przeprowadzono test tolerancji na obecność izomerów DDT (o, p'-DDT: p, p'-DDT 1: 4). Testy prowadzono przez 7 dni w 25°C,

na pożywce Agar z ekstraktem słodowym (MEA, ekstrakt słodowy 20 g/l, pepton 1 g/l, Glukoza 20 g/l, Agar 20 g/l, woda destylowana) z dodatkiem mieszaniny różnych izomerów DDT (1 mg/l). Testy tolerancji obliczono stosując wskaźniki tolerancji (Rt:Rc oraz TI w %).

- a) T.I. (%) = średniej suchej masy na pożywce z DDT (dwt) w stosunku do średniej suchej masy na pożywce kontrolnej (dwc) [TI = (dwt / dwc) × 100].
- b) Rt:Rc (%) = (Wzrostu grzybni na pożywce z DDT)/(Wzrostu grzybni na pożywce kontrolnej) X 100.

Następnie mikroorganizmy zostały namnożone i przygotowano z nich formułacje płynne do stosowania, które zawierały bakterie i grzyby w ilościach przedstawionych w tabeli 1.

Tabela 1. Zawartość grzybów i bakterii w przygotowanych preparatach

Bakterie	jtk/ml	Grzyby	jtk/ml
R2-C3* (TQ)	4,1x10 ⁷	<i>Trichoderma harzianum</i>	Brak informacji
R2-B2* (TQ)	3,5x10 ⁶	<i>Mortierella humulis</i>	1,5 x 10 ⁶
SKA-B* (1:10)	2,6x10 ⁵	<i>Rhizopus stolonifer</i>	3,2-4,9 x 10 ⁵
SKA-A3* (STREPTO)	1,8x10 ⁷		

Analiza pozostałości DDT w materiale roślinnym i glebowym

Przygotowanie próbek do analizy pozostałości

Po dostarczeniu próbek do laboratorium zarejestrowano je, nadano im numer kodowy oraz wydzielono próbkę analityczną. Próbki, które nie wymagały wstępnej obróbki tj. gleba oraz części zielone roślin, po nadaniu numeru zostały zamrożone. Korzenie roślin, owoce oraz warzywa, które były zabrudzone ziemią, przed zamrożeniem zostały umyte, osuszone i rozdrobnione. Wszystkie próbki, z wyjątkiem próbek gleby, po zamrożeniu zostały zmielone w suchym lodzie.

Oznaczenie powietrznie suchej masy w glebie

Do oznaczenia suchej masy w glebie użyto naczynek wagowych z pokrywą, które uprzednio suszono przez 2h w temp. 105°C w suszarce z wymuszonym obiegiem powietrza, po czym trzymano w ekssykatorze przez minimum 30 min. Wystudzone naczynko z pokrywą ważono na wadze analitycznej. Do tak przygotowanych naczynek odważono po 10 g gleby. Wykonano 3 powtórzenia dla każdej próbki. Glebę suszono w temperaturze 80°C przez ok 24 h. Po wyjęciu z suszarki próby trzymano w temperaturze pokojowej przez ok. 2 h dla wyrównania wilgotności próbki z wilgotnością powietrza i ważono.

Tabela 2. Wyniki obliczono i zapisywano w zeszycie prowadzonym wg wzoru:

Nr próbki	1 Masa naczynka	2 Masa próbki przed wysuszeniem	3 Masa naczynka z próbka po wysuszeniu	4 Masa próbki po wysuszeniu 4=3-1	5 Sucha masa [%] SM=4/2*100
-----------	-----------------	---------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------

Suchą masę uzyskaną z trzech powtórzeń uśredniano i uwzględniano w wyniku końcowym analizy.

Opis sposobu przygotowania próbek do analiz

Do analizy pozostałości DDT zastosowano metodę QuEChERS, która została opisana w normie PN-EN 15662:2008. Metoda badawcza polega na ekstrakcji substancji czynnej z analizowanej próbki poprzez homogenizację z acetonitrylem, a następnie oczyszczeniu ekstraktu z wykorzystaniem dyspersyjnej ekstrakcji do fazy stałej (dSPE). W celu przygotowania próbek odważano 10 lub 5 g porcji analitycznej, w zależności od rodzaju matrycy, do teflonowej probówki wirówkowej. Próbki do badania odzysku traktowano roztworem o odpowiednim stężeniu standardu analitycznego DDT. Do próbek o mniejszej zawartości wody dodawano 10 g wody. Za pomocą pipety miarowej dodano 10 ml acetonitrylu i wytrząsano przez 1 min przy użyciu wytrząsarki typu Vortex. Następnie dodano czteroskładnikową naważkę, zawierającą 4 g bezwodnego siarczanu magnezu, 1 g chlorku sodu, 1 g cytrynianu trójsodowego dwuwodnego i 0,5 g wodorocytrynianu dwusodowego seskwowodnego i wytrząsano przez ok. 1 minutę przy użyciu wytrząsarki typu Vortex. Probówkę wirówkową wraz z zawartością wirowano przez ok. 5 minut z przyspieszeniem ok. 5000 g. Po odwirowaniu przeniesiono pipetą Pasteura ok. 1,5 ml supernatantu (górną warstwę acetonitrylową) do probówki wirówkowej Eppendorfa zawierającej dwuskładnikową naważkę (25 mg PSA i 150 mg siarczanu magnezu). Probówkę wraz z zawartością wytrząsano przez ok. 1 minutę przy użyciu wytrząsarki typu Vortex, a następnie wirowano przy użyciu wirówki do probówek Eppendorfa przez co najmniej 1 minutę. Pobrano pipetą automatyczną 1 ml roztworu z nad osadu i przeniesiono do naczynka autosamplera. Dodano 100 µl acetonitrylu i 50 µl roztworu standardu wewnętrznego trifenylofosforanu (TPP) o stężeniu 20 µg/mL. Do próbek kalibracyjnych dodano 100 µl roztworu standardu analitycznego o odpowiednim stężeniu. Zawartość DDT w próbkach analizowano przy użyciu chromatografu gazowego Agilent Technologies 6890N wyposażonego w detektor masowy 5975B Inert XL MSD. Parametry pracy chromatografu gazowego przedstawiono poniżej:

Column:

Zebtron™ ZB-MultiResidue™-1, GC Cap. Column 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm, Ea
Dimension: 30 meters x 0.25 mm x 0.25 µm

Oven:

Initial temp: 40 °C

Initial time: 2 min

Ramps:

1 30 °C/min to 150 °C for 0 min.

2 20 °C/min to 220 °C for 0 min.

3 3 °C/min to 250 °C for 2 min.

Carrier Gas:

Constant Flow Helium 1 ml/min

Injection: PTV, Injection volume 8 µl

Initial temp 50 °C

Initial time 0,8 min

Ramp: 12°C/s to 300 °C

Obliczenia

Zgodnie z definicją pozostałości podaną w rozporządzeniu (WE) nr 396/2005 pozostałości DDT należy mierzyć, jako sumę izomerów DDT i jego metabolitów (DDE i DDD). DDT (sum of p,p'-DDT, o,p'-DDT, p,p'-DDE and p,p'-TDE (DDD) expressed as DDT). Na tej podstawie oznaczanie pozostałości DDT i jego pochodnych przeprowadzono metodą chromatografii gazowej z detektorem masowym przy użyciu kolumny ZB-MR1. Pozostałości DDT w próbkach wyrażono w mg/kg, dokonując obliczeń zgodnie z poniższym równaniem matematycznym.

$$P = \frac{c_{wz} \cdot I_{pr} \cdot V \cdot A_{wz}}{I_{wz} \cdot m \cdot A_{pr}} \quad (1)$$

gdzie:

P - ilość pozostałości DDT [mg/kg];

c_{wz} - stężenie roztworu roboczego (kalibracyjnego) DDT wyrażone w [$\mu\text{g/ml}$];

I_{pr} - pole powierzchni pików chromatograficznego analitu w jego roztworze badanym;

V - objętość próbki (ekstraktu) [ml];

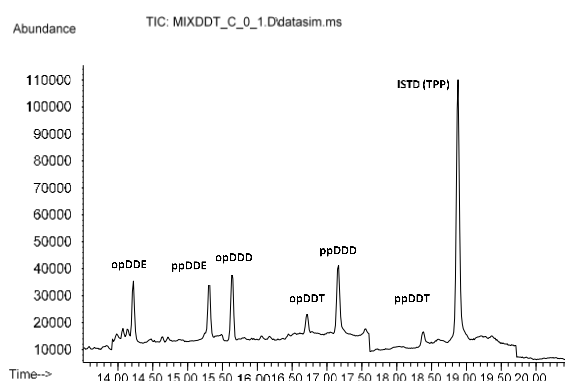
A_{wz} - pole powierzchni pików chromatograficznego standardu wewnętrznego w roztworze roboczym analitu (kalibracyjnym);

I_{wz} - pole powierzchni pików chromatograficznego analitu w jego roztworze roboczym;

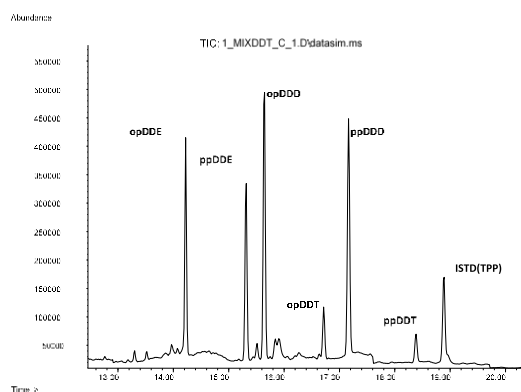
m - masa próbki [g];

A_{pr} - pole powierzchni pików chromatograficznego standardu wewnętrznego (ISTD) w roztworze badanym.

Przykładowe chromatogramy przedstawiono na rysunkach poniżej:



Rys.1. Chromatogram przedstawiający izomery DDT na poziomie 0,1mg/kg



Rys.2. Chromatogram przedstawiający izomery DDT na poziomie 1mg/kg

PODZADANIE 1

Ocena podatności roślin, substancji organicznych i mikroorganizmów stosowanych w uprawach ekologicznych na akumulację pozostałości DDT oraz jego metabolitów w glebie.

Celem badań była ocena przydatności roślin uprawnych (głównie należących do grupy dyniowatych i korzeniowych ze względu na dużą ich podatność na akumulację związków DDT) do pobierania z gleby i akumulowania pozostałości DDT i jego metabolitów w zależności od ich poziomu w glebie.

Kolejnym celem było stwierdzenie czy substancje pochodzenia naturalnego stosowane w uprawach ekologicznych w celu zwiększenia zasobności gleby w makro- i mikroelementy oraz mikroorganizmy glebowe (grzyby i bakterie mikoryzowe) wspierające wzrost roślin mogą sprzyjać zwiększeniu pobierania przez rośliny DDT i jego metabolitów. W podzadaniu przeprowadzono również badania mające na celu podjęcie próby ustalenia listy roślin ogrodniczych (warzywne i sadownicze), które najsilniej akumulują zanieczyszczenia substancjami mającymi związek z DDT.

Zakres badań i wykonanie

Zadanie realizowano w warunkach polowych, szklarniowo-wazonowych i laboratoryjnych z zastosowaniem gleby z pól i plantacji, na których w roku poprzednim wykryto obecność DDT oraz gleby odpowiednio przygotowanej do badań.

Ocena przydatności roślin uprawnych do akumulowania pozostałości DDT i jego metabolitów w zależności od ich poziomu oraz zastosowanie i ocena roślin akumulujących zanieczyszczenia powodowane przez DDT w glebie łącznie z mikroorganizmami i ocena wrażliwości roślin na pozostałości DDT w glebie

Doświadczenia polowe, 2017

Doświadczenie polegało na pobieraniu gleby i roślin na nich uprawianych w różnych rejonach kraju i określaniu zawartości DDT i jego metabolitów w pobranym materiale.

Wyniki

Tabela 3. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebach pobranych z różnych rejonów, 2017

Miejscowość	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Krukowo		0,0039	0,30	0,031			0,013		0,39
Kunkowo			0,26	0,081					0,38
Sycewice			0,10	0,044					0,16
Góry Kluczkowickie			0,046	0,010	0,025				0,087
Nowe Szwejki			0,018	0,0084	0,01				0,039
Niemierowice									ND

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wincentów									ND
Ignacew			0,022	0,012	0,026				0,064
Ruda Bugaj									ND
Radziejów			0,04	0,021					0,068
Kozłów k/Radomia			0,0021						0,0023
Brzezna									ND
Brzezna1									ND
Zawada			0,0039						0,0043
Słubice1			0,01	0,0049	0,013				0,0296
Słubice2			0,017	0,012	0,031		0,0028		0,0663
Słubice3			0,021	0,0073	0,012		0,0038		0,0477
Dolice			0,093	0,041	0,099	0,021	0,0057		0,275
Czaplinek			0,1770	0,035	0,0930	0,031	0,0086		0,369
Wola Skomrowska			0,0057	0,0041	0,012				0,023
Turowo			0,016	0,010					0,029
Białousy		0,0058	0,0035	0,020					0,0303
Zębowo		0,0066	0,0037						0,0114
Nakla									ND

Próby gleby do oceny obecności i zawartości DDT pobrano z 24 miejscowości w różnych rejonach kraju, w 6 miejscowościach nie wykryto DDT, zaś w 18 próbach gleby wykryto DDT (Tabela 3). W większości poziom wykrytego DDT był niski, 0,0023-0,087, w 5 próbach poziom ten był wyższy od 0,16- 0,39 mg/kg gleby.

Tabela 4. Wyniki zawartości DDT i jego metabolitów w glebie i roślinach rosnących na niej w różnych rejonach, 2017

Miejscowość	Roślina i pobrany organ	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
		LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
		DDE- o,p	DDE- p,p	DDD- p,p	DDT- p,p	DDT- o,p	DDD- o,p	DDMU- p,p	DDM- pp	
Krukowo	Gleba	0,0039	0,30	0,031			0,013			0,39
Krukowo	Drzewa owocowe liście									ND
Sycewice	Gleba		0,10	0,044						0,16
Sycewice	Ziemniak młody, bulwy									ND
Sycewice	Ziemniak bulwy									ND
Radziejów	Gleba		0,04	0,021						0,068
Radziejów	Kukurydza roślina									ND
Turowo	Gleba		0,016	0,010						0,029
Turowo	Tymianek roślina									ND
Turowo	Wiesiołek roślina									ND

Po analizie prób gleby z 4 miejscowości wykryto w nich pozostałości DDT i jego metabolitów, w dwóch na dość wysokim poziomie (Krukowo, Sycevice), ale nie stwierdzono DDT w roślinach, które uprawiano na tych glebach (Tabela 4).

Doświadczenia polowe, Skierniewice 2017

Doświadczenia polowe przeprowadzono w dwóch lokalizacjach położonych w miejscowości Skierniewice (Doświadczenie I – ul. Graniczna, Doświadczenie II – ul. Myśliwska), na glebach, na których analitycznie przed założeniem doświadczenia stwierdzono obecność DDT i jego metabolitów.

Metodyka doświadczeń

Rośliny do tych doświadczeń wytypowano na podstawie badań przeprowadzonych w poprzednim roku, były to: truskawka odm. Matis, (Rosaceae), kapusta średniowczesna odm. Alladin, (Brassicaceae) cukinia odm. Soraya, (Cucurbiteae), dynia olbrzymia odm. Bambino, (Cucurbiteae), kozłek lekarski (*Valeriana officinalis*, Caprifoliaceae), aksamitka (*Tagetes* sp, Asteraceae), koleus (*Plectranthus scutellarioides*, Lamiaceae. Doświadczenia przeprowadzono w 3-4 powtórzeniach (1 roślina stanowiła 1 powtórzenie). Doświadczenia trwały około 4 miesiące, od 18.05.17 roku (posadzenie roślin testowych) do 13.09.17r. (pobranie ostatnich prób). Nawożenie oraz uprawy agrotechniczne prowadzone były w taki sam sposób na wszystkich poletkach.

W doświadczeniu I (Skierniewice - Graniczna) zastosowano następujące warianty:

- a) same rośliny (kontrola),
- b) rośliny + stosowanie mikroorganizmów -Micosat Fito (produkt handlowy zawierający mikroorganizmy ryzosferowe) w dawce 60 kg/ha,
- c) rośliny + nawożenie azotem (dodatkowo) w dawce 0,3 kg/m² N.

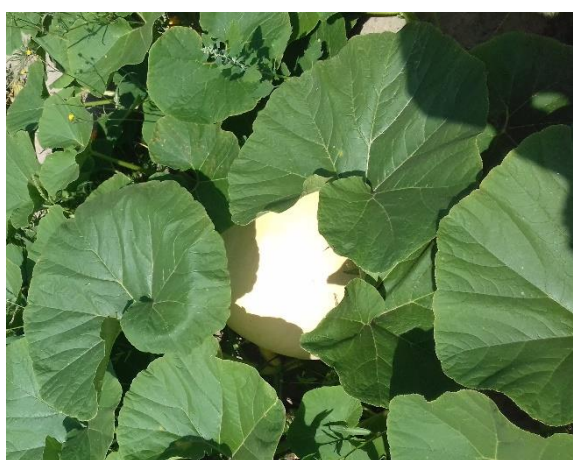
W doświadczeniu II (Skierniewice Myśliwska):

- a) same rośliny (kontrola),
- b) rośliny + stosowanie mikroorganizmów (Micosat Uno) w dawce 60 kg/ha – stosowany jesienią 2016 r. oraz Micosat Fito w dawce 60 kg/ha – stosowany wiosną 2017r.,
- c) rośliny + Micosat Fito w dawce 60 kg/ha – stosowany dwukrotnie: jesienią 2016 r. i wiosną 2017 r. oraz rośliny + nawożenie azotem (dodatkowo) w dawce 0,3 kg/m² N.

Próby roślin do analiz na zawartość DDT i jego metabolitów pobierano w czasie sezonu wegetacji i pod koniec okresu wegetacji roślin, a próby gleby przed założeniem doświadczeń i po okresie uprawy roślin.



Zakładanie doświadczeń polowych w Skierniewicach Graniczna (po prawo), Myśliwska (po lewej)



Roślina i owoc dyni na poletku w doświadczeniu polowym Skierniewice Graniczna

Wyniki

Tabela 5. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Aksamitki**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem. Doświadczenie I, Skierniewice Graniczna, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]	
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg									
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Gleba przed sadzeniem		0,068	0,026	0,021						0,13
Gleba po okresie uprawy										
Kontrola		0,041	0,021							0,069
Micosat Fito		0,034	0,021							0,061
Azot		0,074	0,037	0,021		0,0034				0,148

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Korzenie									
Kontrola		0,1	0,028						0,142
Micosat Fito		0,11	0,038						0,164
Azot		0,13	0,038						0,187
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND

* liście i pędy roślin

Przed sadzeniem roślin w glebie wykryto DDT na poziomie 0,13 mg/kg gleby (Tabela 5). Po okresie wegetacji poziom ten w kontroli i na poletku z dodatkiem Micosat Fito obniżył się o połowę, zaś na glebie nawożonej dodatkowo nawet zwiększył się minimalnie. W korzeniach wysadzonej aksamitki wykrywano nieco więcej DDT, niż wykrywano go w glebie po okresie uprawy, zaś nie wykryto DDT w częściach nadziemnych tej rośliny.

Tabela 6. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Aksamitki**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem. Doświadczenie II, Skierniewice Myśliwska, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba przed sadzeniem		0,023	0,0040						0,030
Gleba po okresie uprawy									
Kontrola		0,013	0,0057						0,0208
Micosat Uno + Micosat Fito		0,018	0,0065						0,0272
Micosat Fito		0,013	0,0053						0,0203
Azot		0,011	0,0046						0,0173
Korzenie									
Kontrola		0,016	0,0067						0,0252
Micosat Uno + Micosat Fito		0,026	0,0084						0,0382
Micosat Fito		0,019	0,0041						0,0257
Azot		0,016	0,0056						0,0240
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Uno + Micosat Fito									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND

* liście i pędy roślin

Przed sadzeniem roślin aksamitki w glebie wykryto DDT na poziomie 0,030 mg/kg (Tabela 6). Po okresie wegetacji poziom ten w kontroli i na poletku z dodatkiem Micosat Uno + Micosat Fito,

Micosat Fito oraz Azotu obniżył się o około 30-50%. W korzeniach wysadzonej aksamitki również zanotowano niski poziom, a w częściach nadziemnych tej rośliny nie wykryto DDT.

W doświadczeniu wazonowym wykonanym w poprzednim roku w glebie gdzie rosła aksamitka wykrywano więcej DDT niż w glebie badanej przed posadzeniem, jednak tegoroczne wyniki nie potwierdziły tego zjawiska. Natomiast w dwóch przypadkach (doświadczenie wazonowe z 2016 roku i Doświadczenie I w 2017 roku) zawartość DDT w roślinach była większa niż w glebie przed w 2016r. oraz przed i po ich uprawie w 2017r. Nie potwierdziło tego Doświadczenie II.

Tabela 7. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Koleusa**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem.

Doświadczenie I, Skierniewice Graniczna, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
Gleba przed sadzeniem		0,068	0,026	0,021					0,13
Gleba po okresie uprawy									
Kontrola		0,025	0,011	0,040					0,080
Micosat Fito		0,059	0,030	0,066					0,165
Azot		0,045	0,027	0,066					0,146
Korzenie									
Kontrola		0,0058							0,006
Micosat Fito		0,015							0,017
Azot		0,013							0,014
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND

* liście i pędy roślin

Po okresie uprawy rośliny koleus w glebie z DDT, wykrywano w kontroli o połowę niższą jego zawartość, zaś w glebie z dodatkiem Micosat Fito i azotu poziom wykrywanego DDT był nieco wyższy o 0,016 i 0,035 mg/kg (Tabela 9). W korzeniach roślin stwierdzano DDT, ale na niskim poziomie. W części nadziemnej roślin nie stwierdzono obecności DDT.

Tabela 8. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Koleusa**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem.

Doświadczenie II, Skierniewice Myśliwska 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
Gleba przed sadzeniem		0,023	0,0040						0,030
Gleba po okresie uprawy									
Kontrola		0,014	0,0059						0,0221
Micosat Uno + Micosat Fito		0,011	0,004						0,0167
Micosat Fito		0,01	0,0043						0,0159
Azot		0,011	0,0036						0,0162
Korzenie									
Kontrola									nd
Micosat Uno + Micosat Fito									nd
Micosat Fito									nd
Azot									nd
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Uno + Micosat Fito									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND

* liście i pędy roślin

Po okresie uprawy roślin koleusa w glebie z DDT, wykrywano w kontroli około 30% niższą jego zawartość, zaś w glebie z dodatkiem Micosat Uno + Micosat Fito, Micosat Fito oraz z dodatkiem azotu poziom wykrywanego DDT był blisko o połowę niższy (Tabela 10). W części nadziemnej i korzeniach roślin nie stwierdzono obecności DDT.

Porównując wyniki uzyskane w poprzednim roku rośliny koleusa zachowywały się nieco inaczej w warunkach polowych niż w doświadczeniu wazonowym. Co prawda w dwóch przypadkach (Doświadczenie I, 2017 i Doświadczenie wazonowe 2016) w roślinach (korzenie i część nadziemna) wykryto niski poziom DDT i jego metabolitów, ale w przypadku gleby w doświadczeniu wazonowym (przy niskim poziomie DDT) stwierdzono wzrost poziomu DDT w glebie. Jednakże w 2017 r. przy podobnym wyjściowym poziomie DDT (Doświadczenie I) po okresie uprawy roślin stwierdzono go mniej niż przed posadzeniem roślin. Tylko tam, gdzie zastosowano wyższe nawożenie Azotem i stosowano mikroorganizmy ryzosferowe notowany był wyższy poziom DDT. Natomiast w Doświadczeniu II (niższy poziom wyjściowy DDT) ani w części nadziemnej, ani w korzeniach nie wykryto obecności DDT.

Tabela 9. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Kozłka lekarskiego**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem. Doświadczenie I, Skierniewice Graniczna, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
Gleba przed sadzeniem		0,068	0,026	0,021					0,13
Gleba po okresie uprawy									
Kontrola		0,038	0,019	0,050					0,113
Micosat Fito		0,039	0,021	0,078					0,145
Azot		0,10	0,037	0,17	0,014				0,336
Korzenie									
Kontrola		0,0076	0,0033						0,0121
Micosat Fito		0,11	0,019	0,062					0,2053
Azot		0,025	0,006						0,0342
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Fito		0,0032							0,0036
Azot									ND

* liście i pędy roślin

Po okresie uprawy rośliny kozłka lekarskiego w glebie z DDT, wykrywano podobną jego zawartość w kontroli, zaś w glebie z dodatkiem Micosat Fito poziom ten był wyższy o 0,015 mg/kg, a w glebie wzbogaconej azotem poziom wykrywanego DDT był prawie 3 krotnie wyższy od poziomu wyjściowego (wzrost o 0,206 mg/kg, Tabela 12). W części nadziemnej roślin w kontroli i z dodatkowym nawożeniem azotem nie stwierdzono obecności DDT, zaś śladowe ilości wykryto w tych częściach roślin z gleby z dodatkiem Micosat Fito.

W korzeniach kozłka na wszystkich poletkach wykryto DDT, ale najwięcej DDT zaukumulowały korzenie na glebie z dodatkiem Micosat Fito.

Tabela 10. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Kozłka lekarskiego**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem. Doświadczenie II, Skierniewice Myśliwska, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba przed sadzeniem		0,023	0,0040						0,030
Gleba po okresie uprawy									
Kontrola		0,011	0,0026						0,015
Micosat Uno + Micosat Fito		0,013	0,0035	0,027					0,045
Micosat Fito		0,019	0,0059	0,026					0,054
Azot		0,011	0,0037	0,019					0,035

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Korzenie									
Kontrola		0,025	0,0064						0,0349
Micosat Uno + Micosat Fito		0,0074							0,0082
Micosat Fito		0,0048							0,0053
Azot		0,012							0,0133
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Uno + Micosat Fito									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND

* liście i pędy roślin

Po okresie uprawy rośliny kozłka lekarskiego w glebie z DDT, wykrywano o połowę niższą jego zawartość w kontroli, zaś w glebie z dodatkiem Micosat Uno + Micosat Fito, oraz Micosat Fito poziom ten był wyższy o około 50–80%, zaś w glebie z dodatkiem azotu, był podobny do poziomu wyjściowego (Tabela 10). W części nadziemnej roślin nie stwierdzono obecności DDT. W korzeniach kozłka na wszystkich poletkach wykryto śladowe ilości DDT, ale najwięcej DDT kumulowały korzenie na glebie kontrolnej i z dodatkiem azotu.

W doświadczeniu wazonowym wykonanym w 2016 roku przy niższym poziomie zawartości DDT w glebie, po uprawie kozłka lekarskiego zanotowano wzrost zawartości DDT. Natomiast w doświadczeniach polowych wykonanych w 2017 r. w jednym doświadczeniu (Doświadczenie I) poziom DDT prawie wcale się nie zmienił a w drugim doświadczeniu (Doświadczenie II) zmniejszył się prawie o połowę w stosunku do wartości wyjściowej. W ubiegłym roku (2016) w roślinach notowano podobne poziomy DDT jak w glebie po okresie uprawy, natomiast w tegorocznych (2017) doświadczeniach notowano go tylko w korzeniach.

Tabela 11. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Truskawki** a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem. Doświadczenie I, Skierniewice Graniczna, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba przed sadzeniem		0,068	0,026	0,021					0,13
Gleba po okresie uprawy									
Kontrola		0,030	0,013						0,048
Micosat Fito		0,046	0,025						0,079
Azot		0,067	0,034	0,02		0,0030			0,136
Korzenie									
Kontrola		0,018							0,0200
Micosat Fito		0,012							0,0133
Azot		0,14	0,032						0,1911

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND

* liście i pędy roślin

Po okresie uprawy truskawki w glebie z DDT, wykrywano niższą jego zawartość w kontroli i w glebie z dodatkiem Micosat Fito (o 0,082 i 0,51 mg/kg), zaś w glebie wzbogaconej azotem poziom wykrywanego DDT był na podobnym poziomie jak poziom wyjściowy (Tabela 11). W części nadziemnej roślin nie stwierdzono obecności DDT. W korzeniach truskawki w glebie z dodatkowym azotem wykryto wyższy jego poziom niż w glebie przed uprawą tej rośliny.

Tabela 12. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Truskawki**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem. Doświadczenie II, Skierniewice Myśliwska, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]	
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg									
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Gleba przed sadzeniem		0,023	0,0040							0,030
Gleba po okresie uprawy										
Kontrola		0,011	0,0047							0,0174
Micosat Uno + Micosat Fito		0,013	0,0048							0,0198
Micosat Fito		0,011	0,0049							0,0177
Korzenie										
Kontrola		0,011	0,042			0,01				0,0700
Micosat Uno + Micosat Fito		0,006								0,0067
Micosat Fito		0,014								0,0156
Część nadziemna*										
Kontrola										ND
Micosat Uno + Micosat Fito										ND
Micosat Fito										ND

* liście i pędy roślin

Po okresie uprawy roślin truskawki w glebie, w która zawierała DDT na poziomie ok. 0,03 mg/kg, stwierdzono nieco wyższy poziom DDT zarówno w kontroli jak i tam gdzie zastosowano mikroorganizmy (Mikosat Fito) i podwyższona dawkę nawożenia azotowego (Tabela 12). DDT było obecne również w korzeniach tych roślin, ale nie stwierdzono go w częściach nadziemnych roślin

Z porównania rezultatów z doświadczenia wazonowego z2016 roku i tegorocznych wyników doświadczeń polowych wynika, że rośliny truskawki nieco inaczej zachowują się w warunkach polowych. W warunkach uprawy w wazonach notowano wyższy poziom DDT po okresie uprawy

niż przed jej rozpoczęciem, czego nie potwierdziły doświadczenia polowe, gdzie po uprawie truskawki stwierdzono niższy poziom od wyjściowego.

Tabela 13. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Kapusty**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem.

Doświadczenie I, Skierniewice Graniczna, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba przed sadzeniem		0,068	0,026	0,021					0,13
Gleba po okresie uprawy									
Kontrola		0,024	0,011						0,039
Micosat Fito		0,041	0,024						0,072
Azot		0,079	0,038			0,0032			0,134
Korzenie									
Kontrola		0,0042							0,00467
Micosat Fito		0,022							0,0244
Azot		0,14	0,032						0,1911
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND

* liście i pędy roślin

Po okresie uprawy kapusty w glebie z DDT, wykrywano niższą jego zawartość w kontroli i w glebie z dodatkiem Micosat Fito (o 0,091 i 0,51 mg/kg), a w glebie wzbogaconej azotem poziom wykrywanego DDT był na podobnym poziomie do poziomu wyjściowego (Tabela 13). W części nadziemnej roślin nie stwierdzono obecności DDT. W korzeniach kapusty w glebie z dodatkowym azotem wykryto wyższy jego poziom niż w glebie przed uprawą tej rośliny.

Tabela 14. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Kapusty**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem. Doświadczenie II, Skierniewice Myśliwska, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba przed sadzeniem		0,023	0,0040						0,030

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba po okresie uprawy									
Kontrola		0,019	0,0060						0,0278
Micosat Uno + Micosat Fito		0,015	0,0046						0,0218
Micosat Fito		0,012	0,0064						0,0204
Azot		0,014	0,005						0,0209
Korzenie									
Kontrola									ND
Micosat Uno + Micosat Fito									ND
Micosat Fito		0,0039							0,0043
Azot		0,0082							0,0091
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Uno + Micosat Fito									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND

* liście i pędy roślin

Po okresie uprawy kapusty w glebie z DDT, wykrywano niższą jego zawartość na wszystkich poletkach doświadczalnych w porównaniu do poziomu wyjściowego (Tabela 14). W części nadziemnej roślin nie stwierdzono obecności DDT. W korzeniach kapusty w glebie kontrolnej i z dodatkiem Micosat Uno + Micosat Fito także nie wykryto DDT. Natomiast śladowe jego ilości wykryto w korzeniach kapusty uprawianej na glebie z dodatkowym azotem i Micosat Fito.

W porównaniu z wynikami z poprzedniego (2016) roku otrzymano nieco inne wyniki. W roku poprzednim w glebie po uprawie kapusty notowano podobne poziomy DDT przed i po uprawie tej rośliny. Natomiast w roku bieżącym (2017) w doświadczeniach polowych w jednym (Doświadczenie II) potwierdziły się te obserwacje, natomiast w Doświadczeniu I stwierdzono prawie o połowę niższy poziom pozostałości DDT.

Tabela 15. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Dyni**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem. Doświadczenie I, Skierniewice Graniczna, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]	
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg									
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Gleba przed sadzeniem		0,068	0,026	0,021						0,13
Gleba po okresie uprawy										
Kontrola		0,034	0,013	0,027						0,079
Micosat Fito		0,049	0,024	0,049						0,130
Azot		0,067	0,029	0,15	0,019					0,274

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Korzenie									
Kontrola		0,0084	0,0036						0,0133
Micosat Fito		0,04	0,01						0,0556
Azot		0,042	0,015						0,0633
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND
Owoce**									
Kontrola									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND

* liście i pędy roślin

** owoce pobrane w dwóch terminach 24.07 i 9.08.2017r. – w obu przypadkach obecność DDT = **ND**

Po okresie uprawy Dyni w glebie z DDT, wykrywano w kontroli o połowę niższą jego zawartość, zaś w glebie z dodatkiem Micosat Fito poziom wykrywanego DDT był na poziomie wyjściowym, natomiast na glebie z azotem poziom wykrywanego DDT był dwukrotnie wyższy (Tabela 15). W części nadziemnej ani w owocach dyni nie stwierdzono obecności DDT, zaś śladowe ilości wykrywano w korzeniach dyni.

Tabela 16. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po okresie uprawy oraz w roślinach **Cukinii**, a także z uwzględnieniem zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych i wyższego nawożenia azotem. Doświadczenie II, Skierniewice Myśliwska, 2017

Kombinacja i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba przed sadzeniem		0,023	0,0040						0,030
Gleba po okresie uprawy									
Kontrola		0,013	0,0062						0,0213
Micosat Uno + Micosat Fito		0,017	0,0056						0,0251
Micosat Fito		0,011	0,0047						0,0174
Azot		0,0073	0,0032						0,0117
Korzenie									
Kontrola		0,032							0,0356
Micosat Uno + Micosat Fito		0,055							0,0611
Micosat Fito		0,0057							0,0063
Azot		0,038							0,0422

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Część nadziemna*									
Kontrola									ND
Micosat Uno + Micosat Fito									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND
Owoce									
Kontrola									ND
Micosat Uno + Micosat Fito									ND
Micosat Fito									ND
Azot									ND

* liście i pędy roślin

Po okresie uprawy cukinii w glebie z DDT, wykrywano o połowę niższą jego zawartość w glebie z dodatkiem Micosat Fito i Azotu, zaś o około 30% niższą w glebie kontrolnej oraz z dodatkiem Micosat Uno + Micosat Fito (Tabela 16). Obecność DDT wykrywano w korzeniach roślin na wszystkich poletkach, ale kilkakrotnie niższy był poziom DDT w korzeniach roślin na glebie z dodatkiem Micosat Fito. W glebie z dodatkiem Micosat Uno + Micosat Fito poziom wykrywanego DDT było, aż dwukrotnie wyższy od poziomu wyjściowego. W części nadziemnej ani w owocach cukinii nie stwierdzono obecności DDT.

W doświadczeniu wazonowym wykonanym w roku 2016 w glebie po uprawie zarówno dyni jak i cukinii notowano niższy poziom DDT niż przed ich uprawą. Obserwacje te potwierdziły się w obu doświadczeniach polowych wykonanych w 2017 roku.

Doświadczenia polowe, Skierniewice Myśliwska, Graniczna i Dębowa Góra, 2017

Doświadczenia założono w trzech lokalizacjach: Skierniewice (2) i Dębowa Góra (1). W doświadczeniach tych oceniano wpływ mikroorganizmów zastosowanych jesienią 2016 r. na rozkład DDT w glebie. W doświadczeniach zastosowano mikroorganizmy w postaci gotowego produktu zawierającego mikroorganizmy ryzosferowe Micosat Uno i Micosat Fito oraz EMFarma i EmFarma Plus. Wiosną 2017r. z wyznaczonych poletek pobrano próby gleby i poddano je analizie na zawartość DDT i jego metabolitów.

Wyniki

Tabela 17. Wpływ zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych jesienią 2016 r. w trzech doświadczeniach polowych na zawartość DDT i jego metabolitów w glebie, Skierniewice Myśliwska, Graniczna i Dębowa Góra 2017

Rok i użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Skierniewice ul. Myśliwska									
Micosat Uno		0,024	0,0039						0,031
Micosat Fito		0,020	0,0040						0,027

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dębowa Góra									
Micosat Foto		0,048	0,041					0,030	0,14
Micosat Uno		0,044	0,037					0,021	0,12
EmFarma		0,029	0,041					0,018	0,10
EmFarma PLUS		0,031	0,032					0,014	0,091
Skierniewice ul. Graniczna									
Micosat Fito		0,027	0,0098						0,041
Micosat Uno		0,03	0,010						0,044

Wiosną 2017 r. poziom pozostałości DDT w glebie, do której jesienią 2016 r. wprowadzono mikroorganizmy ryzosferowe zawarte w Micosat Uno i Micosat Fito był na poziomie około 50% niższym na polu Skierniewice Myśliwska i Dębowa Góra, ale jego poziom nie zmienił się na polu Skierniewice Graniczna (Tabela 17). W glebie z dodanymi mikroorganizmami EMFarma i EmFarma Plus wykrywany poziom DDT był także o połowę niższy w porównaniu z poziomem przed dodaniem mikroelementów.

Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017

Doświadczenie wazonowe wykonano w Zakładzie Ochrony Roślin przed Szkodnikami w warunkach zbliżonych do naturalnych. Celem doświadczenia była ocena akumulacji DDT i jego metabolitów przez rośliny, które wykazują cechy rozbudowywania systemu korzeniowego (podkładki pomidorów 14 TO 938 i GT 7379 używane do szczepienia szlachetnych odmian pomidorów – 3 rodzaje) oraz 7 odmian dyni, które są dość powszechnie uprawiane na plantacjach produkcyjnych.

Metodyka doświadczenia

Rośliny rosły samodzielnie oraz z zastosowaniem mikroorganizmów ryzosferowych zawartych w produkcie handlowym Micosat Fito. Rośliny posadzono 14.06.17r. w doniczki o pojemności 20 l w specjalnie przygotowaną glebę: glebę pobierano z plantacji gdzie analitycznie wykryto związki DDT oraz dodatkowo zastosowano analityczne DDT-p,p w dawce 4 mg na każde 20 l gleby. Do każdej doniczki posadzono po 3 rośliny podkładek pomidora lub 2 rośliny dyni. Doświadczenie przeprowadzono w 2 powtórzeniach (1 doniczka stanowiła powtórzenie). Próby podkładek pomidorów do analiz pobrano 2.08.2017 roku około 6 tygodni, a próby roślin dyni – 8.08.2017 roku około 7 tygodni od wysadzenia roślin.



Podkładki pomidorów (po lewej) oraz rośliny dyni (po prawej) tuż przed pobraniem prób

Wyniki

Tabela 18. Wpływ podkładek pomidorów oraz mikroorganizmów ryzosferowych zawartych w produkcie Micosat Fito na zawartość DDT i jego metabolitów w glebie i w roślinach. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017

Kombinacje oraz pobrana część rośliny	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba przed sadzeniem		0,028	0,080					0,062	0,21
Podkładka 14 TO 938									
Gleba		0,013	0,040	0,051				0,039	0,168
Korzenie			0,004	0,047					0,0514
Część nadziemna									ND
Podkładka 14 TO 938 + Micosat Fito									
Gleba		0,012	0,043	0,060				0,034	0,172
Korzenie			0,0035	0,058					0,0619
Część nadziemna									ND
Podkładka 14 TO 939									
Gleba		0,012	0,042	0,093				0,031	0,199
Korzenie			0,0032	0,052					0,0556
Część nadziemna									ND
Podkładka 14 TO 939 + Micosat Fito									
Gleba		0,011	0,041	0,069				0,027	0,167
Korzenie			0,003	0,041					0,0443
Część nadziemna									ND
Podkładka GT 7379									
Gleba		0,012	0,047	0,052				0,029	0,161
Korzenie			0,0052	0,051					0,0568
Część nadziemna									ND

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Podkładka GT 7379 + Micosat Fito									
Gleba		0,014	0,053	0,079				0,040	0,213
Korzenie			0,003	0,047					0,0503
Część nadziemna									ND

Po 6 tygodniowym okresie uprawy podkładek pomidorów w glebie z DDT, poziom wykrytego DDT w glebie zwykle zmniejszył się o około kilkanaście procent, z poziomu 0,2 mg/kg do poziomu 0,162- 0,199 mg/kg (Tabela 18). Najwyższy poziom DDT i jego metabolitów w glebie po okresie uprawy roślin i stosowania mikroorganizmów stwierdzono po uprawie podkładki 14 TO 939 i GT 7379 + Micosat Fito. W części nadziemnej roślin nie wykryto DDT w żadnej kombinacji doświadczalnej, natomiast w korzeniach wykrywano pozostałości na poziomie 4 krotnie niższym w porównaniu z poziomem wyjściowym w glebie, ale obecność DDT w korzeniach podkładek niewiele różniła się między sobą.

Tabela 19. Wpływ odmian dyni oraz mikroorganizmów ryzosferowych zawartych w produkcie Micosat Fito na zawartość DDT i jego metabolitów w glebie i w roślinach. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017

Kombinacje lub odmiana dyni	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba przed sadzeniem		0,028	0,080					0,062	0,21
odmiana Amber									
Gleba		0,011	0,035	0,166				0,0168	0,242
Korzenie		0,011	0,022	0,11					0,1467
Część nadziemna									ND
odmiana Amber + Micosat Fito									
Gleba		0,011	0,024	0,117					0,156
Korzenie		0,0067	0,0091	0,065					0,08256
Część nadziemna									ND
odmiana Karowita bis									
Gleba		0,0093	0,024	0,070					0,107
Korzenie		0,011	0,024	0,18					0,21889
Część nadziemna									ND
odmiana Karowita bis + Micosat Fito									
Gleba		0,012	0,023	0,112					0,151
Korzenie		0,0087	0,023	0,11					0,14522
Część nadziemna									0,00289
odmiana Junowa									
Gleba		0,0087	0,020	0,082					0,114
Korzenie		0,01	0,014	0,055					0,08167
Część nadziemna									ND

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
odmiana Junowa + Micosat Fito									
Gleba		0,0094	0,023	0,094					0,130
Korzenie		0,006	0,011	0,033					0,05189
Część nadziemna		0,0065							0,0072
odmiana Amazonka									
Gleba		0,012	0,025	0,14					0,181
Korzenie		0,0036	0,011	0,044					0,06022
Część nadziemna									ND
odmiana Amazonka + Micosat Fito									
Gleba		0,009	0,026	0,068				0,013	0,126
Korzenie		0,0094	0,025	0,088					0,12622
Część nadziemna									ND
odmiana Otylia									
Gleba		0,0066	0,024	0,059					0,093
Korzenie		0,029	0,13	0,20					0,3767
Część nadziemna									ND
odmiana Otylia + Micosat Fito									
Gleba		0,0089	0,026	0,076					0,115
Korzenie		0,0091	0,026	0,097					0,136
Część nadziemna									ND
odmiana Miranda									
Gleba		0,0078	0,024	0,081					0,116
Korzenie		0,0091	0,031	0,041					0,0856
Część nadziemna									ND
odmiana Miranda + Micosat Fito									
Gleba		0,0075	0,022	0,076					0,109
Korzenie		0,0055	0,0075	0,038					0,05244
Część nadziemna		0,0070							0,0078
odmiana Justynka									
Gleba		0,0085	0,027	0,094				0,0095	0,148
Korzenie		0,0064	0,023	0,049					0,08167
Część nadziemna			0,003						0,0033
odmiana Justynka + Micosat Fito									
Gleba		0,0089	0,026	0,104					0,143
Korzenie		0,0094	0,036	0,041					0,0914
Część nadziemna									ND

Po 7 tygodniowym okresie uprawy różnych odmian dyni w glebie z DDT, poziom wykrytego DDT zwykle zmniejszył się o około 25-50%, z wyjątkiem odmiany Amber (Tabela 19). Ale na kombinacji Amber z mikroorganizmami ryzosferowymi (Micosat Fito) poziom był już niższy. W korzeniach wszystkich odmian dyni wykrywano DDT, a jego poziom był zróżnicowany.

W korzeniach:

- odm. Amber wykryto o około 30% mniej DDT, a w glebie z dodatkiem mikroorganizmów nawet o około 75% niższy poziom DDT w porównaniu z poziomem wyjściowym w glebie,
- odm. Justynka wykryto o 60 i 55% mniej DDT odpowiednio, w glebie bez i z dodatkiem mikroelementów,
- odm. Junowa wykrywano o około 60 i 75% mniej DDT w odniesieniu do poziomu wyjściowego w glebie, w zależności od uprawy bez i z dodatkiem mikroorganizmów, odpowiednio,
- odm. Amazonka wykrywano o około 71 i 40% niższy poziom DDT, w uprawie bez i z dodatkiem mikroelementów,
- odm. Miranda proporcje te były na poziomie około 60 i 75 % bez i z mikroorganizmami odpowiednio.

W korzeniach odmiany Korowita bis wykryto nawet wyższy poziom DDT niż w glebie przed i po uprawie tej odmiany. Również w korzeniach roślin tej odmiany uprawianej z zastosowaniem mikroorganizmów stwierdzano wysoki poziom DDT podobny do poziomu jaki stwierdzono w glebie po ich uprawie. Podobnie na DDT w glebie zareagowały odmiany Amazonka i Otylia uprawiane z zastosowanymi mikroorganizmami. Natomiast na uwagę zasługuje odmiana Otylia, w której korzeniach wykrywano o około 79% więcej DDT niż przed uprawą roślin tej odmiany, a w glebie po uprawie odnotowano najniższy poziom DDT – 0,093 mg/kg.

W części nadziemnej nie notowano DDT w roślinach następujących odmian: Amber, Karowita bis, Junowa, Amazonka, Otylia, Miranda, Justynka oraz w uprawianych na glebie z mikroorganizmami: Amber, Amazonka, Otylia, Justynka. W pozostałych odmianach lub kombinacjach z mikroorganizmami ryzosferowymi wykrywano śladowe ilości DDT i jego metabolitów.

Tabela 20. Ocena kondycji roślin, pojemność wodna gleby, w której były one uprawiane, a poziom pozostałości DDT. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017

Odmiana	Bez mikroorganizmów				
	Pojemność wodna [g]	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg] w glebie po okresie uprawy	Waga części nadziemnej rośliny [kg]	Kondycja korzeni wg 3-stopniowej skali*	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg] w korzeniach
1	2	3	4	5	6
Amber	126,5	0,242	0,50	1	0,14670
Karowita bis	27,0	0,107	0,42	1	0,21889
Junowa	9,0	0,114	0,45	3	0,08167
Amazonka	1,0	0,181	0,52	2	0,06022
Otylia	61,0	0,093	0,45	2	0,37670
Miranda	45,5	0,116	0,42	1	0,08560
Justynka	40,0	0,148	0,50	3	0,08167

1	2	3	4	5	6
Z mikroorganizmami					
Amber	174,0	0,156	0,40	1	0,08256
Karowita bis	59,0	0,151	0,62	1	0,14522
Junowa	139,5	0,130	0,40	2	0,05189
Amazonka	78,5	0,126	0,57	2	0,12622
Otylia	30,0	0,115	0,40	2	0,13600
Miranda	47,5	0,109	0,60	1	0,05244
Justynka	110,0	0,143	0,65	3	0,09140

* 3-stopniowa skala oceny kondycji korzeni (opis w ogólnej metodyce doświadczeń)

Wyniki przedstawione w tabeli 20 wskazują, że gleby, w których uprawiano poszczególne odmiany charakteryzowały się zmienną pojemnością wodną jednak wydaje się, że nie miało to większego wpływu na zawartość w tych glebach DDT i jego metabolitów. Nie wykryto widocznej korelacji między pojemnością wodną gleby a zawartością w niej DDT. Jednak najwyższą pojemnością wodną charakteryzowała się gleba, w której rosły rośliny odmiany Amber i również tam odnotowano najwyższy poziom DDT. Natomiast najniższy poziom DDT stwierdzono w glebie, w której uprawiano rośliny odmiany Otylia, a pojemność wodna tej gleby była na średnim poziomie. Podobnie nie wykryto bezpośredniej zależności między oceną kondycji korzeni (wyrażonej 3-stopniową skalą: 1- w najlepiej rozwinięte; 3- najsłabiej rozwinięte), jednak u większości odmian, których korzenie zostały zaliczone do grupy 1 również stwierdzano w korzeniach wysoki poziom zawartości DDT. Najwyższy poziom DDT (0,37670 mg/kg) wykryto w korzeniach odmiany Otylia zaliczonych do grupy 2 (wg przyjętej skali oceny).

Ocena wpływu substancji naturalnych stosowanych w rolnictwie ekologicznym jako substancje polepszające kondycję roślin i gleby) na akumulację DDT i jego metabolitów oraz ich zawartość w glebie.

Do oceny wytypowano Biochar (gotowy produkt) i gnojówkę z pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*)

Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017

Doświadczenie wazonowe wykonano w Zakładzie Ochrony Roślin przed Szkodnikami w warunkach zbliżonych do naturalnych. Celem doświadczenia była ocena wpływu substancji naturalnych (Biochar i gnojówka z pokrzywy zwyczajnej *Urtica dioica* stosowanych w rolnictwie ekologicznym jako substancje polepszające kondycję roślin i gleby) na akumulację DDT i jego metabolitów oraz ich zawartość w glebie.

Metodyka doświadczenia

Przed założeniem doświadczenia, gleba została analitycznie zbadana na zawartość DDT i jego metabolitów, ale była ona wolna od tych związków. Następnie glebę wzbogacono analitycznym DDT-p,p stosując 4 mg na każde 20 l gleby. W dniu 29.06.17r. posadzono rośliny cukinii odm. Soraya po 2 do jednej doniczki i kilkakrotnie podlewano Biocharem płynnym (produkt gotowy) oraz gnojówką z pokrzywy, przygotowaną we własnym zakresie - 1 kg

pokrzywy (rośliny pozyskane z ugorów): 10 l wody. Dawki i terminy przedstawiono w Tabeli 21. Doświadczenie założono w 3 powtórzeniach (1 doniczka stanowiła 1 powtórzenie).

Tabela 21 Terminy i dawki stosowanych substancji naturalnych. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice, 2017

Substancje naturalne	Termin stosowania i dawka [ml/doniczkę]						
	12.07	17.07	24.07	27.07	2.08	4.08	9.08
Biochar	50	50	50				
Gnojówka z pokrzywy	50	50	50	50	100	150	150

Wyniki

Tabela 22. Poziom zawartości DDT i jego metabolitów w glebie i w różnych częściach roślin cukinii uprawianych w glebie z dodatkiem substancji naturalnych. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017

Kombinacje i organ roślinny	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
Gnojówka z pokrzywy	0,0053	0,0049	0,0064			0,0047			0,024
Biochar									nd
Przed sadzeniem		0,005	0,057	0,03				0,063	0,181
Kontrola									
Gleba		0,011	0,023	0,28					0,3180
Korzenie		0,0069	0,009						0,0177
Cześć nadziemna		0,0033	0,0056						0,0099
Owoce			0,0036						0,0040
Gnojówka z pokrzywy									
Gleba		0,011	0,027	0,16					0,2020
Korzenie		0,012	0,018						0,0333
Cześć nadziemna		0,0034	0,0095						0,0143
Owoce									ND
Biochar									
Gleba		0,018	0,059	0,34					0,4260
Korzenie		0,0078	0,015						0,0253
Cześć nadziemna		0,0058	0,0096						0,0171
Owoce			0,0027						0,0030

Przed stosowaniem wytypowanych substancji naturalnych zostały one poddane analizie na zawartość DDT i jego metabolitów. Okazało się, że przygotowana gnojówka z pokrzywy zawierała DDT na poziomie 0,024 mg/kg. Po okresie uprawy roślin cukinii i jej podlewania, w glebie wykrywano więcej DDT niż przed sadzeniem roślin i podlewaniem (Tabela 22). W glebie z dodatkiem gnojówki z pokrzywy był on na poziomie zbliżonym do wyjściowego, w glebie z

dotądkiem produktu Biochar ponad 2 razy wyższy, zaś w glebie podlewanej wodą - 1,5 razy wyższy.

W części nadziemnej roślin i w owocach cukinii uprawianej w glebie z DDT (kontrola) oraz w glebie z DDT i dodatkiem produktu Biochar, wykrywano śladowe ilości DDT. W owocach z roślin rosnących w glebie z DDT i traktowanych gnojówką z pokrzywy, nie wykrywano DDT, zaś w częściach nadziemnych tylko śladowe jego ilości.

Tabela 23. Właściwości fizykochemiczne gleby oraz zawartość DDT i jego metabolitów przed posadzeniu roślin cukinii i po okresie ich uprawy. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017

Kombinacja	Właściwości fizyczne		Makroelementy						SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) w glebie [mg/kg]
	Materia organiczna [%]	pH	Zs	N.NO ₃	P	K	Mg	Ca	
			[mg/l gleby]						
Przed sadzeniem	4,90	6,0	0,39	55	15	67	91	860	0,181
Kontrola	4,20	6,9	0,31	31	36	16	120	1880	0,318
Gnojówka z pokrzywy	4,40	7,1	0,37	48	40	28	137	2020	0,426
Biochar	4,40	7,2	0,22	16	34	10	106	1370	0,202

Gleba, w którą posadzono rośliny charakteryzowała się zawartością materii organicznej na poziomie 4,9% i pH 6,0 (Tabela 23). Po okresie uprawy roślin i podlewanu przygotowanymi roztworami zawartość materii organicznej zmniejszyła się nieco (najbardziej na kontroli), natomiast pH wzrosło, a najbardziej w kombinacji z Biocharem. Inne właściwości gleby także zmieniły się, np. zawartość makroelementów po okresie uprawy zmniejszyła się. Natomiast trudno wykryć zależność pomiędzy poszczególnymi właściwościami gleby a stosowaniem Biocharu i gnojówki z pokrzywy, gdyż w glebie z wszystkich kombinacji notowano wyraźny wzrost poziomu DDT. Ciekawym jest, że DDT wykryto w samej gnojówce z pokrzywy, ale w produkcie finalnym, czyli owocach cukinii DDT nie zostało wykryte.

Przedstawione wyniki wskazują, że wprowadzanie gnojówek z roślin bez oceny w nich pozostałości DDT i innych substancji niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym, może być niezamierzonym źródłem skażenia produktów.

Tabela 24. Zawartość mikro- i makroelementów oraz DDT w roślinach cukinii. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017

	Makroelementy					Mikroelementy							SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	P	K	Mg	Ca	N	Na	S.SO ₄	Fe	Mn	Cu	Zn	B	
	[mg/kg s.m.]												
Części nadziemne													
Kontrola	3297	35660	7108	76200	3,70	188	2704	225	28,1	8,55	101	106	0,0099
Gnojówka z pokrzywy	3538	39330	7077	60220	3,40	162	2714	373	34,8	9,95	86,0	97,8	0,0143
Biochar	2382	29470	7815	56380	2,56	192	2633	331	35,3	7,14	94,4	77,5	0,0171
Owoce													
Kontrola	4614	45340	2075	3894	2,33	210	1718	67,3	8,79	6,08	50,4	41,9	0,0040
Gnojówka z pokrzywy	3417	36590	2295	4041	1,68	198	1446	80,1	10,8	4,74	35,3	38,1	nd
Biochar	4544	39730	2416	3687	2,38	231	1820	219	18,4	6,48	58,1	35,1	0,0030

Poziom DDT w częściach nadziemnych cukinii z roślin rosnących w glebie z dodatkiem gnojówki z pokrzywy i produktu Biochar był wyższy w porównaniu z kontrolą (Tabela 24). Jednak na podstawie tych wyników trudno jest jednoznacznie określić zależność między poziomem makroelementów a zawartością DDT w częściach nadziemnych roślin. Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że w owocach roślin, które rosły w glebie podlewanej gnojówką z pokrzywy nie wykryto DDT a zawartość w nich potasu była najniższa, zaś w roślinach z gleby traktowanej produktem Biochar pozostałości DDT były na podobnym poziomie jak owocach z roślin kontrolnych, a zawartość potasu wynosiła 39730 i 45340 mg/kg s.m. odpowiednio.

Ocena poziomu skażenia gleby DDT i jego metabolitami oraz ocena wrażliwości roślin uprawnych na pozostałości DDT zawartych w glebie

Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017.

Doświadczenie wazonowe wykonano w Zakładzie Ochrony Roślin przed Szkodnikami w warunkach zbliżonych do naturalnych. Celem doświadczenia była ocena akumulacji DDT i jego metabolitów przez różne rośliny oraz próba określenia czasu rozkładu DDT na metabolity. Do testów wybrano: seler odm. Edward, por odm. Golem, ziemniak odm. Owacja, burak ćwikłowy odm. Czerwona Kula, cebula odm. Wolska, sałata odm. Samba, ogórek odm. Kronos Skierniewicki. Rośliny posadzono w doniczki o pojemności 20 l w specjalnie przygotowaną glebę. Przed założeniem doświadczenia, gleba została analitycznie zbadana na zawartość DDT i jego metabolitów i była wolna od tych związków. Następnie glebę wzbogacano analitycznym DDT-p,p uzyskując dwa poziomy stężenia DDT w glebie i w dniu 23.05.17r. posadzono w nią testowane rośliny.



Rośliny użyte do testowania między innymi por, seler, burak ćwikłowy

Wyniki

Tabela 25. Poziom pozostałości DDT i jego metabolitów w glebie oraz w różnych częściach rośliny **buraka ćwikłowego**. Doświadczenie wazonowe. Skierniewice 2017.

	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
Niski poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,0078	0,013						0,023
Gleba		0,0039	0,019						0,025
Korzenie									ND
Cała roślina (botwina)									ND
Część nadziemna									ND
Wysoki poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,033	0,065	0,085			0,032		0,23
Gleba		0,01	0,098	0,28					0,445
Korzenie									ND
Cała roślina (botwina)									ND
Część nadziemna									ND

Po uprawie buraka ćwikłowego w glebie o niskim poziomie DDT, wykrywano podobny jego poziom w glebie, ale nie wykrywano DDT w żadnej części rośliny, ani w częściach nadziemnych ani w korzeniach (Tabela 25). Przy wysokim poziomie DDT, wykrywano jego pozostałości w glebie, nawet na poziomie wyższym niż wyjściowy, ale podobnie jak przy niższym poziomie nie wykrywano go w żadnej części rośliny.

Tabela 26. Poziom pozostałości DDT i jego metabolitów w glebie oraz w różnych częściach rośliny **cebuli**. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017.

	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
Niski poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,0078	0,013						0,023
Gleba			0,0084	0,061					0,070
Część spichrzowa									ND
Część naziemna									ND
Wysoki poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,033	0,065	0,085			0,032		0,23
Gleba		0,0031	0,064	0,16					0,235
Część spichrzowa									ND
Część naziemna									ND

Po uprawie cebuli w glebie o niskim poziomie DDT, wykrywano nieco wyższy jego poziom w glebie, ale nie wykrywano DDT w żadnej części rośliny, ani w częściach nadziemnych ani w korzeniach (Tabela 26). Przy wysokim poziomie DDT w glebie, wykrywano jego pozostałości w glebie, na podobnym poziomie do wyjściowego.

Tabela 27. Poziom pozostałości DDT i jego metabolitów w glebie oraz w różnych częściach rośliny **ogórka**. Doświadczenie wazonowe. Skierniewice 2017.

	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
Niski poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,0078	0,013						0,023
Gleba			0,010	0,052					0,063
Korzeń			0,0075						0,0083
Część naziemna									nd
Owoc									nd
Wysoki poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,033	0,065	0,085			0,032		0,23
Gleba		0,0043	0,052	0,20					0,263
Korzeń		0,0043	0,052	0,20					0,263
Część naziemna		0,0043	0,052	0,20					0,263
Owoc									ND

Po uprawie ogórka w glebie o niskim poziomie DDT, wykrywano nieco wyższy jego poziom w glebie, śladowe ilości w korzeniu, ale nie wykrywano DDT w części nadziemnej ani w owocach (Tabela 27). Natomiast po uprawie ogórka w glebie o wysokim poziomie DDT, wykrywano jego pozostałości w glebie, korzeniu i części nadziemnej na podobnym poziomie do wyjściowego w glebie, ale nie wykrywano pozostałości DDT w owocach.

Tabela 28. Poziom pozostałości DDT i jego metabolitów w glebie oraz w różnych częściach rośliny **pora**. Doświadczenie wazonowe. Skierniewice 2017.

1	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	2	3	4	5	6	7	8	9	
Niski poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,0078	0,013						0,023
Gleba		0,0037	0,018						0,024
Korzenie									ND
Część nadziemna									ND

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wysoki poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,033	0,065	0,085			0,032		0,23
Gleba		0,0077	0,07	0,13					0,216
Korzenie			0,0046	0,0075					0,0126
Część nadziemna									ND

Po uprawie roślin pora w glebie o niskim poziomie DDT, wykrywano go w glebie, na podobnym poziomie jak przed uprawą, natomiast nie wykrywano DDT w żadnej części rośliny, ani w częściach nadziemnych ani w korzeniach (Tabela 28). Po okresie uprawy roślin w glebie o wysokim poziomie DDT, wykrywano jego pozostałości w glebie, na podobnym poziomie do wyjściowego, śladowe ilości w korzeniach, ale nie stwierdzono obecności DDT w części nadziemnej.

Tabela 29. Poziom pozostałości DDT i jego metabolitów w glebie oraz w różnych częściach rośliny **sałaty**. Doświadczenie wazonowe. Skierniewice 2017.

	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
Niski poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,0078	0,013						0,023
Gleba			0,0086	0,046					0,056
Korzeń									nd
Liście									nd
Wysoki poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,033	0,065	0,085			0,032		0,23
Gleba			0,044	0,20					0,25
Korzeń									nd
Liście									nd

Po uprawie sałaty w glebie o niskim poziomie DDT, wykrywano wyższy jego poziom w glebie, ale nie wykrywano DDT w żadnej części rośliny, ani w liściach ani w korzeniach (Tabela 29). Po uprawie sałaty w glebie o wysokim poziomie DDT, wykrywano jego pozostałości w glebie, na podobnym poziomie do wyjściowego, ale nie stwierdzono jego obecności w roślinie.

Tabela 30. Poziom pozostałości DDT i jego metabolitów w glebie oraz w różnych częściach rośliny **selera**. Doświadczenie wazonowe. Skierniewice 2017.

	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
Niski poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,0078	0,013						0,023
Gleba		0,0043	0,019						0,026
Korzenie									ND
Część nadziemna									ND
Wysoki poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,033	0,065	0,085			0,032		0,23
Gleba		0,0082	0,081	0,13					0,229
Korzenie			0,015						0,015
Część nadziemna									ND

Po uprawie selera w glebie o niskim poziomie DDT, wykrywano jego pozostałości w glebie na podobnym poziomie, ale nie wykrywano DDT w żadnej części rośliny (Tabela 30). Po uprawie selera w glebie o wysokim poziomie DDT, wykrywano jego pozostałości w glebie, na podobnym poziomie do wyjściowego, nieco mniej w korzeniach, ale nie stwierdzono jego obecności w nadziemnych częściach rośliny.

Tabela 31. Poziom pozostałości DDT i jego metabolitów w glebie oraz w różnych częściach rośliny **ziemniaka**. Doświadczenie wazonowe. Skierniewice 2017.

	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
Niski poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,0078	0,013						0,023
Gleba			0,012	0,088					0,101
Bulwa									nd
Część nadziemna									nd
Wysoki poziom									
Gleba przed sadzeniem		0,033	0,065	0,085			0,032		0,23
Gleba		0,0063	0,038	0,054					0,103
Bulwa									nd
Część nadziemna									nd

Po uprawie ziemniaka w glebie o niskim i wysokim poziomie DDT, wykrywano jego pozostałości jedynie w glebie na wyższym poziomie od wyjściowego, ale tylko przy niskim poziomie DDT (Tabela 31). Nie wykrywano DDT w żadnej części rośliny.

Ustalenie poziomu DDT w glebie, od którego wykrywany jest ten związek w roślinach, szczególnie w częściach przeznaczonych do konsumpcji.

Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017

Doświadczenie wazonowe wykonano w Zakładzie Ochrony Roślin przed Szkodnikami w warunkach zbliżonych do naturalnych. Celem doświadczenia było ustalenie poziomu DDT w glebie, od którego wykrywana jest ta substancja w roślinach szczególnie w częściach przeznaczonych do konsumpcji.

Na podstawie analizy wyników z badań prowadzonych w poprzednim roku (2016) do testów wytypowano marchew odm. Cidera. Rośliny posadzono w doniczkach o pojemności 20 l w specjalnie przygotowaną glebę. Przed założeniem doświadczenia, gleba została analitycznie zbadana na zawartość DDT i jego metabolitów i wykazano, że jest ona wolna od tych związków. Następnie glebę wzbogacono analitycznym DDT p,p uzyskując 6 poziomów stężenia DDT w glebie i w dniu 31.05.17r. wysiano w nią nasiona testowanych roślin. Doświadczenie wykonano w 3 powtórzeniach (1 doniczka stanowiła 1 powtórzenie).



Testowane rośliny marchwi

Wyniki

Tabela 32. Wpływ poziomu DDT i jego metabolitów w glebie na ich obecność w korzeniach uprawianej marchwi, Doświadczenie wazonowe. Skierniewice 2017.

Dawka zastosowanego analitycznego DDT	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Przed wysianiem roślin – gleba									
0,5 mg		0,014	0,022	0,018			0,023		0,087
2,5 mg		0,048	0,080	0,100			0,054		0,31
5,0 mg		0,072	0,13	0,50			0,072		0,81

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7,5 mg		0,18	0,18	0,66			0,11		1,20
12,5 mg		0,20	0,17	0,66			0,13	0,067	1,33
Po uprawie roślin – gleba									
0,5 mg			0,023	0,012					0,038
2,5 mg		0,050	0,083	0,15				0,028	0,340
5,0 mg		0,010	0,17	0,3			0,022	0,038	0,584
7,5 mg		0,012	0,19	0,33			0,012	0,036	0,623
12,5 mg		0,0097	0,23	0,31			0,015	0,041	0,656
Korzenie									
0,5 mg									ND
2,5 mg			0,0023						0,0026
5,0 mg			0,0054						0,0060
7,5 mg			0,0031						0,0034
12,5 mg			0,0106						0,0118
Część nadziemna									
0,5 mg									ND
2,5 mg									ND
5,0 mg									ND
7,5 mg									ND
12,5 mg									ND

Po zastosowaniu różnych stężeń DDT w glebie „przed wysiewem” marchwi stwierdzono różne poziomy DDT (Tabela 39). Jako poziom wyjściowy ustalono dawkę 0,5 mg DDT, a kolejne dawki były jej wielokrotnością (5x, 10x, 15x, 25x), ale po wykonaniu analiz gleby, poziom DDT zwiększał się wraz ze wzrostem zastosowanej jego dawki, ale nie odzwierciedlał on wielokrotności wprowadzonej dawki. Po uprawie roślin w glebie wszystkich kombinacji wykrywano DDT i również, wraz ze wzrostem zastosowanej dawki DDT wzrastał jego poziom w glebie. Najniższy jego poziom (0,038 mg/kg) stwierdzono w glebie z najniższą wprowadzoną dawką DDT (0,5 mg), ale w korzeniach i części nadziemnej roślin uprawianych w tej kombinacji, DDT nie stwierdzono. W pozostałych przypadkach DDT było obecne w korzeniach roślin, ale nie było go w częściach nadziemnych.

Określenie odmiany danej rośliny pod względem właściwości akumulacji DDT i jego metabolitów oraz występowania zależności między pobieraniem składników pokarmowych takich jak makro- i mikroelementy a pobieraniem DDT przez rośliny.

Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017

Doświadczenie wazonowe wykonano w Zakładzie Ochrony Roślin przed Szkodnikami w warunkach zbliżonych do naturalnych. Celem doświadczenia było określenie czy odmiany danej rośliny mogą różnić się możliwością akumulacji DDT i jego metabolitów oraz czy występuje

zależność między pobieraniem składników pokarmowych takich jak makro- i mikroelementy a pobieraniem DDT przez rośliny.

Przed założeniem doświadczenia, gleba została analitycznie zbadana na zawartość DDT i jego metabolitów i wykazano, że jest ona wolna od tych związków. Następnie glebę wzbogacono analitycznym DDT p,p stosując 4 mg na każde 20 l gleby. Aby zminimalizować niejednorodną absorpcję DDT przez glebę dla każdej kombinacji (odmiany) glebę przygotowano oddzielnie wg procedury opisanej w „Ogólnych Metodach Doświadczeń”. W dniu 31.05.17r. wysiano w nią nasiona testowanych roślin (po 2 rośliny/doniczkę). Doświadczenie wykonano w 2 powtórzeniach (1 doniczka stanowiła 1 powtórzenie). Do doświadczenia zgromadzono 25 odmian dyniowatych z różnych rejonów świata.



Doświadczenie z 25 odmianami dyniowatych: po wysianiu nasion i rośliny w końcowej fazie doświadczenia

Wyniki

Tabela 33. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie przed i po uprawie oraz w różnych częściach roślin dyni. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017.

Kombinacja	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odmiana AMES 26951									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0046	0,0520					0,066	0,16
Gleba po uprawie		0,0032	0,032	0,083					0,1221
Korzenie		0,0028	0,031	0,056					0,0936
Cześć nadziemna			0,0031						0,0034
Owoce									ND
Odmiana AMES 21653									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0065	0,0740					0,067	0,19
Gleba po uprawie			0,012	0,031					0,0443
Korzenie		0,0036	0,024	0,033					0,0637
Cześć nadziemna									ND
Owoce									ND

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odmiana AMES 25700									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0048	0,044					0,055	0,14
Gleba po uprawie		0,0024	0,026	0,029					0,0606
Korzenie		0,0052	0,036	0,063					0,1088
Cześć nadziemna									ND
Owoce									ND
Odmiana AMES 26607									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0071	0,060					0,090	0,21
Gleba po uprawie		0,0046	0,047	0,059					0,1163
Korzenie		0,0030	0,034	0,047					0,0881
Cześć nadziemna			0,0042						0,0047
Owoce									ND
Odmiana AMES 28296									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0029	0,038					0,067	0,15
Gleba po uprawie		0,0020	0,023	0,079					0,1068
Korzenie		0,0043	0,027	0,049					0,0838
Cześć nadziemna									ND
Owoce									ND
Odmiana AMES 29181									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0055	0,054					0,083	0,19
Gleba po uprawie		0,0025	0,035	0,13					0,1717
Korzenie		0,0043	0,036	0,077					0,1218
Cześć nadziemna			0,0047						0,0052
Odmiana NSL 180768									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0059	0,069					0,065	0,18
Gleba po uprawie		0,0027	0,028	0,052				0,0082	0,0983
Korzenie		0,0030	0,028	0,034					0,0684
Cześć nadziemna									ND
Owoce									ND
Odmiana OLIVIJA									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0042	0,042					0,068	0,15
Gleba po uprawie		0,0030	0,025	0,076					0,1071
Korzenie		0,0076	0,056	0,046					0,1167
Cześć nadziemna									ND
Owoce									ND
Odmiana PI 267664									
Gleba przed wysianiem nasion			0,0470	0,0480				0,060	0,19
Gleba po uprawie		0,0031	0,033	0,048					0,0881
Korzenie		0,0052	0,023	0,084					0,1153
Cześć nadziemna									ND
Odmiana PI 267661									
Gleba przed wysianiem nasion			0,0320	0,0750				0,066	0,21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba po uprawie		0,0030	0,031	0,082					0,1198
Korzenie	0,0076	0,017	0,042					0,0693	0,0076
Cześć nadziemna									ND
Odmiana PI 267663									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0027	0,0390	0,0900				0,037	0,19
Gleba po uprawie		0,0034	0,019	0,3500					0,3749
Korzenie		0,0021	0,015	0,043					0,0620
Cześć nadziemna									ND
Odmiana PI 267756									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0037	0,0840	0,0400				0,057	0,22
Gleba po uprawie		0,0043	0,044	0,07					0,1237
Korzenie		0,0027	0,023	0,095					0,1236
Cześć nadziemna									ND
Owoce									ND
Odmiana PI 451849									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0031	0,0860	0,0380				0,063	0,23
Gleba po uprawie		0,0026	0,018	0,08					0,1029
Korzenie		0,0030	0,0068	0,038					0,0489
Cześć nadziemna									ND
Owoce									ND
Odmiana PI 491851									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0067	0,059					0,065	0,17
Gleba po uprawie		0,0035	0,024	0,067					0,0976
Korzenie		0,0048	0,034	0,038					0,0811
Cześć nadziemna									ND
Odmiana PI 451852									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0041	0,0930	0,0270				0,076	0,25
Gleba po uprawie		0,0040	0,028	0,028					0,0636
Cześć nadziemna									Brak rośliny
Odmiana PI 451853									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0043	0,054	0,029				0,070	0,20
Gleba po uprawie		0,0023	0,026	0,071					0,1024
Korzenie		0,0082	0,04	0,06					0,1136
Cześć nadziemna									ND
Odmiana PI 458750									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0038	0,047	0,011				0,064	0,16
Gleba po uprawie		0,0032	0,027	0,031					0,0646
Korzenie		0,0039	0,028	0,058					0,0934
Cześć nadziemna									ND

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odmiana PI 508465									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0033	0,054					0,051	0,14
Gleba po uprawie		0,0037	0,036	0,11					0,1541
Korzenie		0,011	0,051	0,045					0,1139
Cześć nadziemna									ND
Odmiana PI 531323									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0057	0,054	0,0087				0,048	0,15
Gleba po uprawie		0,0023	0,023	0,057					0,0851
Korzenie		0,0040	0,033	0,062					0,1031
Cześć nadziemna			0,0035						0,0039
Owoce									ND
Odmiana PI 532355									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0042	0,056	0,026				0,037	0,15
Gleba po uprawie		0,0026	0,02	0,084					0,1091
Korzenie		0,0020	0,025	0,011					0,0410
Cześć nadziemna			0,014						0,0156
Odmiana PI 614692									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0043	0,065					0,075	0,19
Gleba po uprawie		0,0022	0,03	0,0075				0,0063	0,0527
Korzenie		0,0048	0,047	0,079					0,1366
Cześć nadziemna			0,0059						0,0066
Odmiana PI 614700									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0054	0,076	0,015				0,079	0,22
Gleba po uprawie		0,0024	0,027	0,061				0,0047	0,1007
Korzenie		0,0040	0,037	0,056					0,1016
Cześć nadziemna			0,0067						0,0074
Odmiana PI 614701									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0049	0,049	0,016				0,049	0,15
Gleba po uprawie		0,0019	0,021	0,027					0,0524
Korzenie		0,0035	0,045	0,071					0,1249
Cześć nadziemna			0,0089						0,0099
Owoce									ND
Odmiana PI 615155									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0082	0,049					0,053	0,14
Gleba po uprawie		0,0028	0,027	0,049					0,0821
Korzenie		0,0069	0,046	0,026					0,0848
Cześć nadziemna									ND
Odmiana TI 614699									
Gleba przed wysianiem nasion		0,0046	0,072	0,020				0,072	0,21
Gleba po uprawie		0,0037	0,031	0,015					0,0536
Korzenie		0,0026	0,027	0,045					0,0779
Cześć nadziemna			0,0065						0,0072
Owoce									ND

Analiza poziomu DDT w glebie przed i po uprawie 25 odmian dyni wykazała zróżnicowanie poziomu DDT w glebie przed jak i po uprawie dyni, zależnie od odmiany (Tabela 40). Zwykle poziom wykrywanego DDT był niższy po uprawie dyni, z wyjątkiem odm. **PI 267663**. W większości odmian nie wykrywano pozostałości, lub tylko śladowe ilości w częściach nadziemnych, a nie wykrywano w owocach. Wydaje się, że sama gleba różnie absorbuje DDT, o czym może świadczyć analiza gleby przed wysianiem roślin, gdzie dla każdej odmiany (kombinacji) przygotowano oddzielnie glebę i stosowano taką samą dawkę analitycznego DDT. Przed wprowadzeniem DDT gleba była przebadana i nie stwierdzono w niej tych związków, jednak po zastosowaniu jednakowej dawki, wykrywano różne poziomy DDT w glebie i wносił on od 0,14 do 0,23 mg/kg gleby. Uzyskane wyniki potwierdzają, że rośliny dyniowate pobierają DDT z gleby, ale może to być zależne od odmiany. W korzeniach niektórych odmian poziom DDT był podobny do poziomu DDT wykrywanego w glebie, w której uprawiano daną odmianę. Najwięcej związków DDT w korzeniach zaukumulowała odmiana PI 614692.

Tabela 34. Właściwości fizykochemiczne gleby przed sadzeniem roślin. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017.

Materia organiczna [%]	pH	Zs	N.NO3	P	K	Mg	Ca
		[mg/l gleby]					
4,90	6,0	0,39	55	15	67	91	860

Tabela 35. Zawartość makroelementów oraz pozostałości DDT w częściach nadziemnych roślin dyniowatych (24 odmiany). Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017.

Odmiana dyni	P	K	Mg	Ca	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	[mg/kg s.m]				
1	2	3	4	5	6
AMES 26951	4459	38800	6912	49500	0,0034
AMES 21653	4520	43380	4770	36340	ND
AMES 25700	5676	32860	4961	45680	ND
AMES 26607	4046	30820	6936	56150	0,0047
AMES 28296	4656	48390	5043	47240	ND
AMES 29181	5023	33110	5563	33320	0,0052
NSL 180768	4058	23310	8433	80330	ND
OLIVJA	5451	43710	5566	50560	ND
PI 267664	5154	41140	5021	44170	ND
PI 267661	5108	43930	5207	43510	ND
PI 267663	4856	33180	6740	58650	ND
PI 267756	4448	36060	5245	58770	ND
PI 451849	5645	35270	6296	50260	ND
PI 491851	7701	60240	5897	32380	ND
PI 451852	Brak roślin (nasiona nie wykiełkowały)				
PI 451853	6283	40730	5019	43520	ND

1	2	3	4	5	6
PI 458750	4953	45150	5082	48780	ND
PI 508465	5399	33240	6130	52890	ND
PI 531323	2914	23160	8849	102800	0,0039
PI 532355	4936	36100	6839	44750	0,0156
PI 614692	4405	32280	6304	51400	0,0066
PI 614700	4804	34840	6508	61550	0,0074
PI 614701	4751	30410	7566	57750	0,0099
PI 615155	5453	39340	5755	51020	ND
TI 614699	3871	27930	6050	49760	0,0072

Tabela 36. Zawartość mikroelementów oraz pozostałości DDT w częściach nadziemnych roślin dyniowatych (24 odmiany), Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017.

Odmiana dyni	N	Na	S.SO4	Fe	Mn	Cu	Zn	B	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	%	[mg/kg s.m.]							
AMES 26951	3,25	140	3056	312	29,7	10	95,9	60,7	0,0034
AMES 21653	3,7	147	3353	337	23,9	9,75	147	53,9	ND
AMES 25700	3,66	237	3128	972	50,4	12,8	101	60,2	ND
AMES 26607	2,87	143	2835	423	30,5	10,4	92,4	64,7	0,0047
AMES 28296	3,14	152	2547	361	28,1	10,3	220	70,6	ND
AMES 29181	4,19	143	2761	275	31,1	10,2	90	53,9	0,0052
NSL 180768	2,6	303	3870	276	44,2	8,51	69,4	61,4	ND
OLIVIJA	3,5	152	3273	421	29,6	8,99	243	37,8	ND
PI 267664	3,7	142	2663	456	23,4	10,4	111	67,4	ND
PI 267661	3,79	154	2642	466	23,3	8,85	193	56,5	ND
PI 267663	3,91	154	3206	374	40,1	11,2	170	63,9	ND
PI 267756	3,73	257	3493	530	45,5	9,68	82,4	79,3	ND
PI 451849	4,1	137	3717	337	33,5	9,91	99,2	63,3	ND
PI 491851	4,27	201	3857	327	22,9	11,2	224	53,2	ND
PI 451852	Brak roślin (nasiona nie wykiełkowały)								
PI 451853	3,84	169	3403	306	21,9	8,9	167	59,7	ND
PI 458750	3,61	138	3148	282	20,9	9,13	186	53,1	ND
PI 508465	3,66	193	3580	905	38,2	10,9	140	64,5	ND
PI 531323	2,53	217	2628	407	64,9	7,09	66,6	74,7	0,0039
PI 532355	3,83	218	3697	769	39	14	71,2	58,4	0,0156
PI 614692	3,31	165	3673	434	32,5	11	78,5	68,3	0,0066
PI 614700	2,65	215	4940	1165	38	13,3	75,6	70,5	0,0074
PI 614701	2,93	204	4377	1013	38,2	13,8	79,3	76	0,0099
PI 615155	4,05	136	3353	315	19,1	10,1	207	55,8	ND
TI 614699	2,63	144	3158	281	28,5	8,37	62,4	57,5	0,0072

Analiza otrzymanych wyników wskazuje, że odmiany różnie przyswajały makroelementy, o czym świadczy duża różnica między wartością minimalną, a maksymalną dla poszczególnych makroelementów stwierdzonych w badanych częściach roślin np. dla fosforu maksymalna wartość to 7701 a minimalna 2914 [mg/kg s.m.], a dla potasu 60240 i 23160 [mg/kg s.m.] odpowiednio (Tabela 35). Nieco mniejsze różnice stwierdzono w pobieraniu mikroelementów np. dla azotu wartości te wynosiły 4,27 i 2,53% odpowiednio (Tabela 36). Natomiast pozostałości DDT wykryto tylko w częściach nadziemnych 9 odmianach dyni.

Na podstawie otrzymanych wyników trudno jest jednoznacznie ocenić, jaka jest korelacja między pobieraniem przez rośliny makro- i mikroelementów, a obecnością DDT i jego metabolitów w częściach roślinnych. Nie można wykluczyć takich zależności, ale wymaga to dalszych badań.

Tabela 37. Ocena parametrów roślin różnych odmian dyni a zawartość DDT. Doświadczenie wazonowe, Skierniewice 2017.

Odmiana dyni	Średnia		SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg] w roślinie	Kondycja korzeni wg 3-stopniowej skali*	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg] w korzeniach	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) w	
	waga rośliny [g]	długość pędów [m]				Glebie przed wysianiem	Glebie po okresie uprawy
AMES 26951	0,998	2,6	0,0034	1	0,0936	0,17	0,1100
AMES 21653	1,608	3,55	nd	1	0,0637	0,19	0,0443
AMES 25700	1,2465	0,45	nd	2	0,1088	0,14	0,0606
AMES 26607	0,715	3,05	0,0047	1	0,0881	0,21	0,1163
AMES 28296	1,5605	3,9	nd	1	0,0838	0,15	0,1068
AMES 29181	0,6645	2,4	0,0052	1	0,1218	0,19	0,1717
NSL 180768	1,8125	0,25	nd	2	0,0684	0,18	0,0983
OLIVIJA	0,845	1,635	nd	1	0,1167	0,15	0,1071
PI 267064	1,038	3,05	nd	1	0,1153	0,19	0,0881
PI 267661	0,685	3,1	nd	2	0,0693	0,21	0,1221
PI 267663	0,799	2,65	nd	1	0,0620	0,19	0,3749
PI 267756	0,8765	1,175	nd	3	0,1236	0,22	0,1237
PI 451849	0,5045	3	nd	1	0,0489	0,23	0,1029
PI 451851	0,2565	3,075	nd	1	0,0811	0,16	0,0976
PI 451852	Brak roślin (nasiona nie wykiełkowały)					0,25	0,0636
PI 451853	0,1735	0,775	nd	1	0,1136	0,16	0,1024
PI 458750	1,608	5,05	nd	1	0,0934	0,20	0,0646
PI 508465	0,3535	0,95	nd	1	0,1139	0,14	0,1541
PI 531323	0,8465	0,5	0,0039	1	0,1031	0,15	0,0851
PI 532355	0,365	2,55	0,0156	1	0,0410	0,15	0,1091
PI 614692	0,5775	2,55	0,0066	1	0,1366	0,19	0,0527
PI 614700	0,3055	1,85	0,0074	1	0,1016	0,22	0,1007
PI 614701	0,359	2,15	0,0099	1	0,1249	0,15	0,0524
PI 615155	0,6625	3,01	nd	1	0,0848	0,14	0,0821
TI 614699	0,446	2,85	0,0072	1	0,0779	0,21	0,0536

* 3-stopniowa skala oceny kondycji korzeni (opisana w „Ogólnych Metodach Doświadczeń”

Analiza oceny roślin 24 odmian dyni wykazała, że średnia waga części nadziemnych roślin (liście, pędy i owoce) wniosła ok. 0,8 kg, mediana (najczęściej występująca wartość) to 0,7 kg, natomiast minimalną wagę tych organów - 0,1735 kg stwierdzono u odmiany PI 451853, a maksymalną - 1,8125 kg u odmiany NSL 180768 (Tabela 44). Jednak w obu przypadkach w częściach nadziemnych nie stwierdzono obecności DDT. Najdłuższe pędy (ok. 5,5 m) wytworzyła odmiana PI 458750, a najkrótsze (0,25 m) odmiana NSL 180768, ale w obu odmianach nie stwierdzono pozostałości DDT w częściach nadziemnych. Średnia długość pędów wytwarzanych przez rośliny wszystkich odmian wynosiła 2,3 m, natomiast mediana – 2,6 m.

Większą część korzeni roślin 24 odmian dyni zaliczono do grupy pierwszej (3-stopniowa skala oceny kondycji korzeni), co wskazuje, że oceniane odmiany dyni miały raczej rozbudowany system korzeniowy. W korzeniach wszystkich testowanych odmian dyni wykryto DDT i jego metabolity, ale ich poziom był różny, od 0,1366 do 0,041 mg/kg. Trudno jednoznacznie określić, czy dobrze rozbudowany system korzeniowy może mieć wpływ na pobieranie DDT z gleby, przy niektórych odmianach można by się skłaniać do tej tezy, ale wymaga to jeszcze potwierdzenia w dalszych badaniach.

PODZADANIE 2

Ocena wpływu podstawowych właściwości fizykochemicznych gleby na absorpcję DDT i jego metabolitów oraz ocena mikroorganizmów, które wykazują właściwości metabolizujące pozostałości DDT

Celem podzadania była ocena wpływu podstawowych właściwości fizykochemicznych np. odczyn pH, zawartość materii organicznej (próchnicy) w glebie na absorpcję przez nią DDT i jego metabolitów. Przeprowadzono także ocenę przydatności różnych mikroorganizmów do zmniejszenia całkowitego zanieczyszczenia gleby DDT i jego metabolitami.

Zakres badań i wykonanie

Wpływ właściwości fizykochemicznych gleby na absorpcję przez nią DDT i jego metabolitów

Doświadczenia polowe

Doświadczenie polegało na pobieraniu gleby w różnych rejonach kraju, określaniu zawartości DDT i jego metabolitów oraz właściwości fizykochemicznych gleb, w celu podjęcia próby wykrycia wpływu tych właściwości na obecność DDT i jego metabolitów w glebie.

Tabela 38. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebach pobranych z różnych rejonów a właściwości fizykochemiczne gleb, 2017

Lokalizacja	Materia organiczna [%]	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
1	2	3
Dębowa Góra	2,30	0,077
Skierniewice1	3,20	0,030
Białousy	13,6	0,0303
Zawada	1,96	0,0043

1	2	3
Czaplinek	3,24	0,369
Skierniewice 2	2,4	0,13
Ślubice	5,3	0,0663
Wola Skomrowska	1,28	0,023
Ignacew	2,25	0,064
Ruda Bugaj	2,28	ND
Dolice	1,84	0,275
Nakła	4,6	ND
Brzezna	3,66	ND
Sycewice	3,67	0,16
Turowo	2,01	0,029
Radziejów	1,6	0,068
Kunkowo	2,78	0,38

Z analizy wyników zestawionych w tabeli 45 można wnioskować, że najprawdopodobniej zawartość materii organicznej nie ma wpływu na obecność DDT i jego metabolitów. Przykładowo w glebach, o wysokiej zawartości materii organicznej np. powyżej 3% wykrywano różne poziomy zawartości DDT, ale w niektórych nie stwierdzano tych związków. Podobna sytuacja była przy innych poziomach zawartości materii organicznej.

Tabela 39. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebach pobranych z różnych rejonów, a właściwości fizykochemiczne gleb

Miejscowość, województwo	pH w H ₂ O	Zs [g NaCl/l]	N.NO ₃	P	K	Mg	Ca	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
			[mg/l gleby]					
Sycewice (pomorskie)	5,6	0,49	73	41	123	119	517	0,16
Góry Kluczkowickie (lubelskie)	5,8	0,35	63	85	132	75	536	0,087
Niemirowice (łódzkie)	5,7	0,18	6	31	60	48	510	nd
Wincentów (lubelskie)	5,0	0,04	3	13	11	26	119	nd
Nowe Szwejkki (łódzkie)	5,8	0,23	21	59	152	102	603	0,039
Ignacew (łódzkie)	6,0	0,07	5	23	83	35	368	0,064
Ruda Bugaj (łódzkie)	5,2	0,07	5	36	95	58	297	nd
Dębowa Góra (łódzkie)	5,7	0,13	13	8	91	76	307	0,077
Skierniewice (łódzkie)	4,6	0,16	19	10	50	41	170	0,030
Białousy (podlaskie)	5,3	0,29	22	63	116	114	474	0,0303

Podobnie podstawowe właściwości fizykochemiczne gleb pobranych z różnych rejonów kraju nie miały większego wpływu na zawartość DDT i jego metabolitów, przy różnych parametrach właściwości gleby wykrywano różny poziom zawartości związków DDT (Tabela 39). Aby potwierdzić lub wykluczyć wpływ podstawowych właściwości gleb na obecność DDT należałoby wykonać więcej badań, pobierając próby z większej liczby regionów o zróżnicowanych glebach.

Doświadczenie wazonowe

Doświadczenie wazonowe wykonano w Zakładzie Ochrony Roślin przed Szkodnikami w warunkach zbliżonych do naturalnych. Celem doświadczenia była ocena absorpcji DDT przez gleby o różnym poziomie substancji organicznych. W doświadczeniu użyto specjalnie przygotowaną glebę o pH ok. 6,0 i różnych zawartościach materii organicznej [%]: P1 – 11,2; P2 – 21,4; P3 – 35,4. Następnie glebę (w której nie wykryto DDT) wzbogacono analitycznym DDT-p,p stosując 4 mg na każde 20 l gleby. W dniu 27.07.17 r. posadzono rośliny cukinii odm. Soraya. Po około 7 tygodniowym okresie uprawy (18.09.17) pobrano próby gleby i roślin do analiz chemicznych.

Wyniki

Tabela 40. Zawartość DDT i jego metabolitów w glebie o zróżnicowanym poziomie materii organicznej oraz w roślinach cukinii rosnących w tych glebach

	Zawartość DDT i jego metabolitów							SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg							
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	
Gleba								
P1			0,038	0,081				0,123
P2			0,056	0,075				0,137
P3			0,063	0,064				0,134
Korzenie								
P1			0,011					0,012
P2			0,0041					0,0046
P3			0,0053		0,143			0,149
Część nadziemna								
P1			0,0043					0,0048
P2			0,0062					0,0069
P3								ND
Owoce								
P1								ND
P2								ND
P3								ND

Zawartość DDT w glebie o różnym poziomie materii organicznej była wykrywana na podobnym poziomie - od 0,123 do 0,137 mg/kg gleby (Tabela 40). Natomiast stwierdzono różnice w zawartości DDT i jego metabolitów w roślinach cukinii uprawianych w różnej glebie. W korzeniach roślin, które rosły w glebie z dużą ilością materii organicznej (ok. 35,4%) wykryto najwyższy poziom DDT (suma z przeliczenia = 0,134 mg/kg), ale w częściach nadziemnych tych samych roślin nie stwierdzono obecności związków DDT. Natomiast w roślinach, które rosły w uboższych w materię organiczną dwóch rodzajach gleby, DDT i jego metabolity wykrywano zarówno w korzeniach jak i częściach nadziemnych. W owocach cukinii, nie stwierdzono pozostałości DDT i jego metabolitów, bez względu na rodzaj gleby, w której były uprawiane rośliny.

Izolacja mikroorganizmów z pobranych gleb

Doświadczenie laboratoryjne

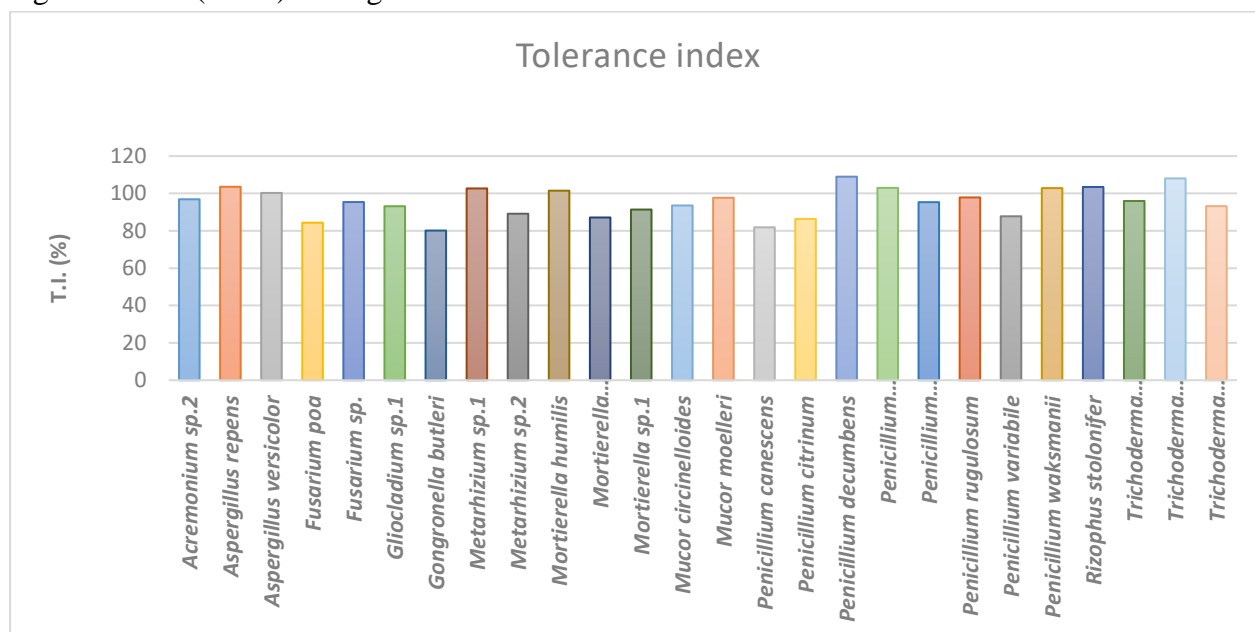
Doświadczenie laboratoryjne wykonano w laboratorium Uniwersytetu La Sapienza w Rzymie zgodnie z metodyką umieszczoną w Ogólnych Metodach Doświadczeń.

Wyniki

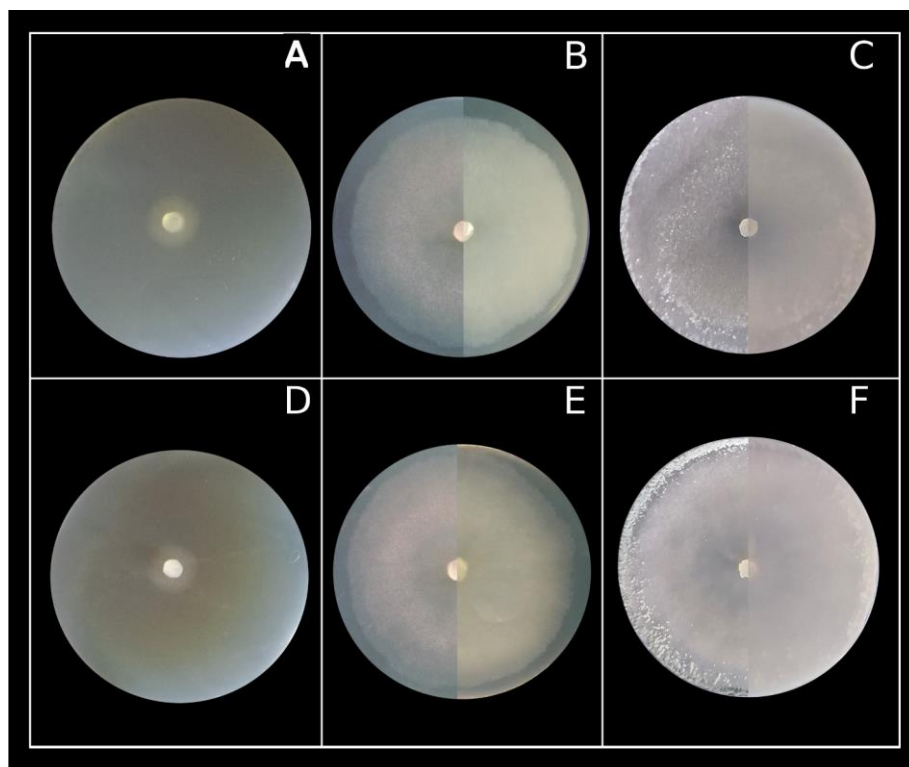
Tabela 41. Gatunki grzybów (26) wybrane spośród 59 izolowanych taksonów występujących w próbkach z historycznie zanieczyszczonych gleb rolniczych Polski (Skierniewice, Rabata 1 i Rabata 2; Skierniewice Mysliwska) do testów tolerancji DDT.

Testowany takson	Etykieta	Gromada	Lokalizacja próby
<i>Acremonium</i> sp.2	ACRE2	Ascomycota	Mysliwska
<i>Aspergillus repens</i> (Corda) Sacc.	A.REP	Ascomycota	Rabata 1
<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	A.VER	Ascomycota	Rabata 1 - Rabata 2
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw.	F.POA	Ascomycota	Rabata 2
<i>Fusarium</i> sp.	FUS	Ascomycota	Mysliwska
<i>Gliocladium</i> sp.	GLIO	Ascomycota	Mysliwska
<i>Gongronella butleri</i> (Lendn.) Peyronel & Dal Vesco	G.BUT	Zygomycota	Rabata 1
<i>Metarhizium</i> sp.1	META1	Ascomycota	Mysliwska
<i>Metarhizium</i> sp.2	META2	Ascomycota	Rabata 1 - Rabata 2
<i>Mortierella humilis</i> Linnem.	M.HUM	Zygomycota	Mysliwska
<i>Mortierella minutissima</i> Tiegh.	M.MIN	Zygomycota	Mysliwska
<i>Mortierella</i> sp.1	MORT1	Zygomycota	Mysliwska
<i>Mucor circinelloides</i> Tiegh.	M.CIR	Zygomycota	Mysliwska
<i>Mucor moelleri</i> (Vuill.) Lendn.	M.MOE	Zygomycota	Mysliwska
<i>Penicillium purpurogenum</i> Stoll	P.PUR	Ascomycota	Mysliwska
<i>Penicillium canescens</i> Sopp	P.CAN	Ascomycota	Mysliwska
<i>Penicillium citrinum</i> Thom	P.CIT	Ascomycota	Mysliwska
<i>Penicillium decumbens</i> Thom	P.DEC	Ascomycota	Mysliwska
<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	P.FUN	Ascomycota	Mysliwska
<i>Penicillium rugulosum</i> Thom	P.RUG	Ascomycota	Mysliwska
<i>Penicillium waksmanii</i> K.M. Zaleski	P.WAK	Ascomycota	Mysliwska
<i>Penicillium variable</i> Sopp	P.VAR	Ascomycota	Mysliwska
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	R.STO	Zygomycota	Rabata 2
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bonord.) Bainier	T.HAM	Ascomycota	Mysliwska
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	T.HAR	Ascomycota	Mysliwska
<i>Trichoderma polysporum</i> (Link) Rifai	T.POLY	Ascomycota	Rabata 2

Wykres 1. Testy tolerancji dla 26 gatunków grzybów izolowanych z polskich stanowisk (Skierniewice Rabata 1, Rabata 2; Skierniewice Myśliwska) na podłożu agarowym Malt Extract Agar medium (MEA) z 1 mg/l DDT.



Fot.1. Wzrost *Trichoderma harzianum* na podłożu agarowym Malt Extract Agar medium (MEA) w warunkach kontrolnych (A, B, C) i testowym (D, E, F) po 7 dniach. Aby przetestować tolerancję / odporność na grzyby, do MEA dodano DDT o stężeniu 1 mg/l. Fotografia przedstawia stadia rozwojowe kolonii grzybów po 1 (A, D), 3 (B, E) i 7 (C, F) dniach. Odpowiednio awers i rewers kolonii (A,D), (B,C), (E,F).



Wszystkie badane grzyby wykazywały dużą tolerancję na DDT (Wykres 1). *Penicillium decumbens*, *Trichoderma harzianum* i *Aspergillus repens* wykazywały najwyższy poziom tolerancji.

Ocena mikroorganizmów, które wykazują właściwości metabolizujące pozostałości DDT

Doświadczenie wazonowe

Doświadczenie wazonowe wykonano w Zakładzie Ochrony Roślin przed Szkodnikami w warunkach zbliżonych do naturalnych. Celem doświadczenia była ocena wpływu mikroorganizmów (grzyby i bakterie), wyizolowanych w doświadczeniu laboratoryjnym, na rozkład DDT i jego metabolitów w glebie. W doświadczeniu zastosowano glebę pozyskaną z pól, gdzie analitycznie stwierdzono obecność związków DDT oraz wzbogacono ją analitycznym DDT p,p dodając go w ilości 4 mg na każde 20 l gleby. W dniu 2.08.17r. posadzono rośliny cukinii odm. Soraya, po 2 rośliny w doniczkę o pojemności 10 l. Mikroorganizmy w postaci zawiesiny wodnej stosowano dwukrotnie 10.08. i 17.08.17 r. Wykaz zastosowanych mikroorganizmów oraz dawki zestawiono w Tabeli 49. Po okresie uprawy (19.09.17r.) pobrano próby gleby i roślin do analiz chemicznych.

Tabela 42. Wykaz zastosowanych mikroorganizmów, termin stosowania i dawka. Skierniewice 2017

Nr kombinacji	Mikroorganizmy	Termin stosowania i dawka w ml/doniczkę	
		10.08.17 r.	17.08.17 r.
Grzyby			
2	<i>Trichoderma harzianum</i>	250	250
3	<i>Mortierella humulis</i>	250	200
4	<i>Rhizopus stolonifer</i>	250	125
Bakterie			
5	R2-C3	250	125
6	R2-B2	200	125
7	SKA-B2	250	125
8	SKA-A3	250	125
Grzyby i bakterie			
9	<i>Mortierella humulis</i> + SKA-A3 + SKA-B2	100 + 100 + 100	200 + 100 + 100
10	<i>Rhizopus stolonifer</i> + R2-B2 + R2-C3	100 + 100 + 100	125 + 100 + 100

Wyniki

Tabela 43. Wpływ zastosowanych mikroorganizmów (bakterie i grzyby) na zawartość DDT i jego metabolitów w glebie i w roślinach cukinii

Kombinacje	Zawartość DDT i jego metabolitów								SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT wg wzoru (1) [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 mg/kg								
	DDE-o,p	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDT-o,p	DDD-o,p	DDMU-p,p	DDM-pp	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleba przed zastosowaniem mikroorganizmów		0,028	0,080					0,062	0,21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrola									
Gleba		0,012	0,031	0,125					0,173
Gleba, warstwa przykorzeniowa		0,0098	0,034	0,099					0,148
Korzenie		0,017	0,021						0,042
Część nadziemna			0,0041						0,0046
Owoce									ND
Bakterie i grzyby									
Rhizopus + R2-B2+R2-C3									
Gleba		0,0087	0,024	0,269				0,054	0,386
Gleba, warstwa przykorzeniowa		0,0095	0,072	0,11					0,201
Korzenie		0,0068	0,0076	0,01					0,026
Część nadziemna			0,0057						0,0063
Owoce									ND
Mortierella humilis +SKA-A3+SKA-B2									
Gleba		0,012	0,020	0,127					0,163
Gleba, warstwa przykorzeniowa		0,0074	0,024	0,044					0,079
Korzenie		0,0093	0,013						0,025
Część nadziemna			0,0046						0,0051
Bakterie									
SKA-B2									
Gleba		0,012	0,022	0,132					0,170
Gleba, warstwa przykorzeniowa		0,0093	0,026	0,032					0,071
Korzenie		0,011	0,011						0,024
Część nadziemna			0,0033						0,0037
Owoce									ND
SKA-A3									
Gleba		0,0095	0,025	0,145					0,183
Gleba, warstwa przykorzeniowa		0,0072	0,028	0,026					0,065
Korzenie		0,012	0,021						0,037
Część nadziemna			0,0056						0,0062
R2-B2									
Gleba		0,0105	0,026	0,137					0,178
Gleba, warstwa przykorzeniowa		0,0091	0,036	0,019					0,069
Korzenie		0,015	0,016						0,034
Część nadziemna			0,0069						0,0077
R2-C3									
Gleba		0,0109	0,03	0,135					0,180
Gleba, warstwa przykorzeniowa		0,0092	0,039						0,054
Korzenie		0,012	0,021						0,037
Część nadziemna			0,0039						0,0042

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Grzyby									
<i>Trichoderma harizum</i>									
Gleba		0,011	0,026	0,151					0,1921
Gleba, warstwa przykorzeniowa		0,0096	0,035	0,026					0,076
Korzenie		0,011	0,022						0,037
Część nadziemna			0,0080						0,0089
Owoce									ND
<i>Mortierella humilis</i>									
Gleba		0,012	0,024	0,176					0,216
Gleba, warstwa przykorzeniowa		0,0094	0,033	0,021					0,068
Korzenie		0,013	0,016						0,032
Część nadziemna			0,0049						0,0054
<i>Rhizopus stolonifer</i>									
Gleba		0,013	0,027	0,124					0,168
Gleba, warstwa przykorzeniowa		0,0066	0,030	0,016					0,057
Korzenie		0,01	0,015						0,028
Część nadziemna			0,0052						0,0058
Owoce									ND

Po 4-5 tygodniach od zastosowania mikroorganizmów do gleby z roślinami cukinii, w pobranych próbach gleby z warstwy przykorzeniowej i wykrywano DDT i jego metabolity, ale poziom był zróżnicowany (Tabela 50). Zwykle poziom DDT i metabolitów był nieco niższy w porównaniu do poziomu przed wprowadzeniem mikroorganizmów, a ponadto w warstwie przykorzeniowej rośliny poziom ten był zdecydowanie niższy niż w pozostałej glebie. W jednej kombinacji **Rhizopus + R2-B2 + R2-C3**, zanotowano w glebie wyższy poziom DDT po zastosowaniu mikroorganizmów niż przed ich stosowaniem. W tym przypadku stwierdzono również 4 metabolity DDT, a w pozostałych przypadkach stwierdzano tylko 2-3. W częściach nadziemnych roślin cukinii uprawianych w glebie z dodatkiem mikroorganizmów, we wszystkich kombinacjach wykrywano tylko jeden metabolit DDT, a mianowicie DDD-p,p. W przypadku korzeni roślin cukinii DDT i jego metabolity stwierdzono w roślinach wszystkich kombinacji. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w owocach w wszystkich kombinacji, w jakich je uzyskano, nie wykryto związków DDT.

PODSUMOWANIE

W 2017 roku pobrano 24 próby gleby z różnych rejonów kraju i tylko w 5 próbach (27,8%) nie stwierdzono obecności DDT lub jego metabolitów. W poprzednim roku pobrano 51 prób, w tym negatywnych 10 (ok.20%). Wykrycie DDT w zdecydowanej większości analizowanych prób gleby świadczy o tym, że istnieje dość duży problem pozostałości DDT w glebie i to niezależnie od systemu produkcji roślin. Stwierdzano różne poziomy skażenia gleb związkami DDT. Na zróżnicowany poziom wykrywanych pozostałości w pobranych próbach gleby może mieć wpływ

rejon, z którego pobierano próby, rośliny, jakie uprawiano na tych glebach wiele lat temu oraz dawki DDT i częstotliwość ich stosowania. Ponadto DDT stosowany był do ochrony lasów i tereny w ich pobliżu mogły być narażone na dodatkowe pozostałości, nanoszone np. z wiatrem podczas zabiegów np. samolotami. Niewątpliwie na poziom zanieczyszczenia gleb związkami DDT może mieć struktura gleby oraz zawartość różnych składników między innymi składników pokarmowych pobieranych przez rośliny.

Pozytywną informacją jest, że nie zawsze stwierdzono obecność DDT w roślinach uprawianych na tych glebach, w których wykrywano pozostałości DDT. Nie wszystkie gatunki roślin w jednakowy sposób kumulują DDT z gleby.

Rośliny (między innymi: aksamitka, koleus, kozłek lekarski, truskawka, kapusta, dynia, cukinia) testowane w 2017 roku w doświadczeniach polowych, a w poprzednim roku (2016) uprawiane w wazonach wykazywały inne „zachowanie” w pobieraniu związków DDT z gleby w polu, niż w doświadczeniu wazonowym. Różnice te mogą wynikać z poziomu zasobności DDT w glebach, albo też w trudności pobierania związków DDT z gleby, w której zalegają już od lat.

Po jesiennym i nie tylko wprowadzeniu mikroorganizmów ryzosferowych zawartych w gotowych produktach Micosat Uno i Micosat Fito oraz EMFarma i EmFarma Plus do gleby, w której stwierdzono obecność DDT i jego metabolitów, w niektórych sytuacjach uzyskano obniżenie skażenia gleby związkami DDT, ale nie we wszystkich przypadkach. Wydaje się, że duże znaczenie w tym procesie może mieć rodzaj i wilgotność gleby, które to czynniki mogą być korzystne i sprzyjają rozwojowi mikroorganizmów.

Rośliny - podkładki pomidorów rosnące w glebie z DDT akumulowały w swoich korzeniach dość duże ilości DDT i jego metabolitów. Podczas uprawy podkładek pomidorów w glebie z DDT, do której wprowadzono mikroorganizmy ryzosferowe, rośliny te akumulowały związki DDT w korzeniach, ale nie we wszystkich przypadkach poziom DDT był wyższy od poziomu wykrywanego w roślinach, które rosły w glebie bez mikroorganizmów.

Po zastosowaniu wyższych dawek nawożenia azotowego w przypadku niektórych roślin, np. aksamitka, koleus, kozłek lekarski, dynia, cukinia i inne w niektórych doświadczeniach notowano wyraźne zwiększenie poziomu DDT wykrywanego zarówno w glebie po okresie uprawy tych roślin jak i w częściach nadziemnych roślin. Jednak uzyskane wyniki w poszczególnych doświadczeniach nie zawsze były ze sobą zgodne. Mogą one wskazywać, że na pobieranie DDT ma wpływ rodzaj gleby, ale też jej zasobność w składniki pokarmowe dostępne dla roślin lub wigor samej rośliny.

Interesujące wyniki uzyskano w doświadczeniach z różnymi odmianami roślin dyniowatych (w sumie 32 odmiany dyniowatych (dynia i cukinia)). Wykazano, że rośliny należące do tej samej rodziny mogą różnić się możliwością akumulacji DDT i jego metabolitów. Ponadto, co jest bardzo istotne jeśli nawet w częściach nadziemnych roślin wykrywano pozostałości DDT na różnym poziomie, to w żadnej z odmian, na których udało się wyhodować owoce, nie stwierdzono pozostałości DDT. Ciekawym jest również fakt, że niektóre odmiany dyniowatych „wspomagane mikroorganizmami” wykazywały większe zdolności (możliwości) akumulacji DDT i jego metabolitów, co również skutkowało obniżeniem poziomu tych związków w glebie.

Produkty naturalne stosowane, jako substancje wspomagające wzrost roślin (np. gnojówki) mogą również mieć wpływ na obecność DDT i jego metabolitów w uprawianych roślinach, a szczególnie w ich korzeniach. Jednak planując zastosowanie gnojówek przygotowywanych we

własnym zakresie z różnych roślin, należy zachować dużą ostrożność i zwracać uwagę na pochodzenie roślin do wykonania gnojówek. Przygotowanie takich roztworów z roślin skażonych związkami DDT lub innymi szkodliwymi substancjami może skutkować wprowadzeniem tych związków do gleby, czyli mogą w niezamierzony sposób spowodować skażenie gleby i roślin.

W przeprowadzonych doświadczeniach i badaniach nad wpływem właściwości fizykochemicznych gleb na obecność DDT w glebie oraz na akumulację tych związków przez rosnące w niej rośliny, nie uzyskano jednoznacznych wyników. Jednakże rozpatrując to zagadnienie w szerszym kontekście, zarysowują się pewne tendencje, ale aby je potwierdzić, konieczne jest prowadzenie dalszych prac i szczegółowszych badań w kolejnych latach.

Bardzo interesujące są wyniki uzyskane w doświadczeniach i testach nad akumulacją DDT przez wybrane kilka gatunków roślin. Stwierdzono między innymi, że: burak ćwikłowy, sałata i ziemniak, nie zależnie pod poziomem wykrytego DDT w glebie, nie akumulowały tych związków ani w części nadziemnej ani w korzeniach (ziemniak w – bulwach); cebula nie akumulowała DDT w części spichrzowej. Ogórek nie akumulował DDT w owocach, natomiast przy wyższym poziomie DDT w glebie, w pędach i liściach ogórka wykrywano obecność DDT. Ten sposób zachowanie jest podobne do dynia, bo obydwie są rośliny dyniowate. Podobnie rośliny pora i selera nie akumulowały DDT w częściach nadziemnych niezależnie od jego poziomu w glebie, natomiast przy wyższym poziomie DDT w glebie, wykrywano jego obecność w korzeniach (bulwa).

Rośliny marchwi akumulowały DDT zależnie od jego poziomu w glebie, chociaż nie wykryto bezpośredniej korelacji między dawką zastosowanego DDT do gleby, a jego poziomem wykrytym w roślinach. Jednak w korzeniach marchwi nie stwierdzono DDT i jego metabolitów tylko w tej uzyskanej z uprawy z najniższą dawką wprowadzonego DDT (0,5 mg), co skutkowało jego obecnością w glebie na poziomie 0,087 mg/kg przed uprawą. Przy dawce 2,5 mg DDT – otrzymano przed uprawą 0,31 mg/kg, natomiast w korzeniach marchwi stwierdzono 0,0026 mg/kg. Potwierdza to wyniki z badań wykonanych w poprzednim roku.

Mimo tego, że wyniki doświadczeń są ze sobą spójne ustalenie poziomu, od którego korzenie marchwi zaczynają pobierać DDT i jego metabolity, nie jest łatwe bo należy wziąć pod uwagę różne warunki środowiskowe przeprowadzanych doświadczeń. Problem ten wymaga dalszych doświadczeń, co mogłoby być kontynuowane w kolejnych latach badań.

Podjęto próbę oceny działania mikroorganizmów (grzyby i bakterie) wyselekcjonowanych z gleb skażonych DDT i jego metabolitami, na redukcję tych związków w glebie, w doświadczeniach wazonowych. Wprowadzenie wspomnianych mikroorganizmów do gleby z poziomem DDT ok. 0,21 mg/kg przyczyniło się do obniżenia tego poziomu w glebie, ale nie we wszystkich kombinacjach na takim samym poziomie.

Wydaje się że wspomaganie fitoremediacji DDT z gleby przez mikroorganizmy przyspieszające rozkład DDT i jego metabolitów jest jednym z dobrych kierunków badań jakie należy podjąć w celu rozwiązywania problemów pozostałości DDT w glebie. Wymaga to jednak dalszych badań, także uwzględniających dłuższe okresy czasu, w których mikroorganizmy miały by czas i dobre warunki do namnażania się i korzystnego działania w kierunku obniżenia pozostałości DDT i jego metabolitów w glebie.

Przewodnik z zaleceniami dla sadownictwa ekologicznego (wytyczne w zakresie przeciwdziałania skażeniom produktów roślinnych związkami DDT)

Skażenie gleb trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi (TZO) jest bardzo powszechne w środowisku naturalnym, a ich usunięcie z gleby stało się poważnym problemem. Wykazano, że metody rekultywacji (prowadzące do rozwiązania lub złagodzenia problemu) mają istotne znaczenie, a większość z nich skupia się na fitoremediacji, ze względu na łatwość stosowania, efektywność, niski koszt oraz ogólną akceptację środowiskową. Pomimo, iż w Polsce od prawie 30 lat istnieje zakaz stosowania środków zawierających DDT, to nadal wiele produktów żywnościowych zanieczyszczanych jest pozostałościami tej substancji lub jej metabolitami (DDE, DDD i ich izomerami). Stanowi to tym większe zagrożenie dla środowiska, że szczególnie gleba wykazuje duże skłonności do bioakumulacji tych substancji. Zwiększona czułość analityczna metod i narzędzi wykorzystywanych do analizy pozostałości pestycydów i innych związków spowodowała, że w ostatnich latach w Polsce coraz częściej wykrywane są pozostałości DDT w niektórych partiach produktów, także ekologicznych. Wyniki monitoringu wykazały, że około 80% próbek gleby ze 100 pobranych w różnych województwach, zawierało pozostałości DDT.

W celu zmniejszenia ryzyka zanieczyszczenia pozostałościami DDT i rozpoczęcia procesu rekultywacji gleby na podstawie badań prowadzonych w 2017 roku oraz wyników wcześniejszych badań zaleca się podejmować Działania mające na celu:

- zmniejszenie ryzyka związanego z wprowadzaniem do obrotu produktów zawierających pozostałości DDT
 1. Rolnicy muszą mieć świadomość, że DDT jest silnie związany z materią organiczną, co powoduje, że jego naturalna degradacja jest bardzo powolna. Ponadto obecność w terenie jest zwykle bardzo niejednolita, dlatego należy pobierać próbki do analizy gleby w celu sprawdzenia ewentualnego zanieczyszczenia, faworyzując możliwe miejsca skażenia. Próbki z miejsc zagrożonych zanieczyszczeniem należy gromadzić oddzielnie od prób z miejsc o nieznanym statusie lub o mniejszym ryzyku wcześniejszego zanieczyszczenia. Taka strategia pozwoliłaby rolnikom na zidentyfikowanie pól lub obszarów w obrębie pola, w których ryzyko pozostałości w roślinach jest wyższe.
 2. Ważne jest, aby wybrać laboratorium do analizy pozostałości DDT, które ma pewne wcześniejsze doświadczenia z tym związkiem. Analiza wymaga specyficznej metody, która umożliwi wykrycie nie tylko DDT, ale także wszystkich izomerów i metabolitów (p, p'-DDT, o, p'-DDT, pp'-DDE, p, p'-DDE, op'-DDD i o, p'-DDD, DDMU-p, pi DDM-p, p). W rzeczywistości, wszystkie z nich są sumowane, aby stwierdzić ostateczną zawartość wyrażoną jako DDT, która jest następnie raportowana w certyfikacie analizy.
 3. W glebach zanieczyszczonych DDT zaleca się, aby nie uprawiać roślin, w przypadku których sprzedany produkt jest częścią rosnącą w glebie (tj. części spichrzowe marchwi, buraków, itp.) lub może wejść w kontakt z glebą (np. truskawka, jeśli nie jest ściółkowana). Chociaż różne gatunki roślin mają różną zdolność wychwytywania DDT i często korzenie są myte przed wprowadzeniem na rynek, wciąż istnieje ryzyko znalezienia pozostałości z powodu bardzo wysokiej czułości metody analitycznej (już 1 cząsteczkę DDT można wykryć, gdy jest obecna w 1 miliardzie innych cząsteczek).

4. Podczas zbiorów, w szczególności owoców i części roślin niezwiązanych bezpośrednio z glebą, ważne jest, aby unikać zanieczyszczenia produktu ziemią lub cząstkami gleby (np. pozostającymi na ściankach w skrzynkach). Należy uznać, że DDT obecne w glebie, nawet jeśli zostało pobrane przez korzenie roślin, jest bardzo mało prawdopodobne, aby mogło zostać przeniesione do wyższych części rośliny. Może się to zdarzyć w przypadku niektórych upraw (patrz poniżej), które są wykorzystywane do rekultywacji gleby. Dlatego w takich przypadkach obecność pozostałości w analizie może wynikać z kontaktu z glebą lub z nieuprawnionego użycia substancji.
 5. Rośliny gatunków należących do dyniowatych (Cucurbitaceae) mają dobrą zdolność pobierania DDT, a także przenoszą te związki do organów naziemnych, w tym owoców. Dlatego gatunki takie jak cukinia, ogórek, dynia, melon i arbuz mogą być zagrożone wykryciem w ich owocach pozostałości związków DDT, jeżeli są uprawiane w zanieczyszczonych lub potencjalnie (nie została wykonana analiza potwierdzająca brak związków DDT) zanieczyszczonych glebach i nie powinny być uprawiane na takich glebach.
 6. Wykazano, że niektóre gatunki roślin nie gromadzą DDT w organach roślin wykorzystywanych do spożycia, nawet w obecności niektórych związków DDT w glebie. Jednakże ilość pozostałości DDT w innych glebach (gleby z pól uprawnych), a także ich właściwości fizykochemiczne mogą być różne od tych testowanych (przygotowywanych do doświadczeń wazonowych), co powoduje możliwość pobierania związków DDT przez te same gatunki roślin. Głównymi właściwościami, które należy uwzględnić w glebie przy ocenie ryzyka, są tekstura gleby i zawartość materii organicznej (im większa ilość gliny lub materii organicznej, tym większe ryzyko pozostałości DDT).
 7. Należy zwracać uwagę na substancje, jakie stosowane są obecnie na plantacji. Pod szczególnym nadzorem powinny być przygotowywane samodzielnie np. gnojówki z różnych rodzajów roślin (szczególnie pokrzywa). Zdarza się bowiem, że nawet produkty pochodzenia naturalnego (roślinnego) mogą zawierać pozostałości DDT i jego metabolitów i mogą być źródłem skażenia, jeśli są pozyskiwane ze skażonych pól i zakumulowały szkodliwe związki.
- działania mające na celu zmniejszenie ilości pozostałości DDT obecnych w glebie

Remediacja zanieczyszczonych gleb może opierać się na dwóch praktykach stosowanych pojedynczo lub w skojarzeniu: bioremediacja i fitoremediacja. Bioremediacja wykorzystuje mikroorganizmy zdolne do degradacji związku chemicznego. Fitoremediacja wykorzystuje rośliny, które mogą przejąć związek i przenieść go do górnej części, która może następnie zostać zebrana i zniszczona. Wykorzystanie mikroorganizmów wraz z roślinami zdolnymi do wchłonięcia związku z gleby nazywa się biorelidacją.

Z przeprowadzonych badań rolnicy mogą rozważyć następujące porady:

1. Biorąc pod uwagę dobrą zdolność wychwytywania DDT i translokację do organów naziemnych gatunków należących do dyniowatych (Cucurbitaceae), można je wykorzystać do "oczyszczenia" zanieczyszczonej gleby. Należy podkreślić, że istnieją

różnice w zdolnościach remediacji między gatunkami, ale także wśród odmian tego samego gatunku. Aspekt ten nigdy nie był rozważany w tego rodzaju badaniach, również w innych krajach, dlatego wymaga dodatkowych badań. Jednak badania wstępne przeprowadzone w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach po wybraniu i przetestowaniu około 30 różnych odmian nasion pochodzących z ponad 10 krajów wykazały, że niektóre z nich mają dobre właściwości remediacyjne, w tym również kilka odmian powszechnie uprawianych w Polsce. Oczekuje się, że wyniki te będą potwierdzone również w różnych warunkach glebowych w terenie, ponieważ okazało się, że ich zdolność do pobierania różni się w zależności od poziomu DDT obecnego w glebie.

2. Zastosowanie biofermentatorów, tj. nawozów opartych na mikroorganizmach, takich jak grzyby mikoryzowe, może prowadzić do zwiększonego wychwytywania DDT przez rośliny dyniowate. Mechanizm leżący u podstawy takiego wyniku nie jest w pełni jasny, ale przypuszcza się, że strzępki grzyba przerastają większą warstwę gleby niż system korzeniowy rośliny i mogą dotrzeć do miejsc w glebie zawierającej związek, który nie jest dostępny dla rośliny. Dlatego zaleca się stosowanie roślin (np. ogórka) z tym rodzajem grzybów w celu zwiększenia aktywności DDT, którą może potencjalnie pobrać roślina i w ten sposób usunąć z zanieczyszczonej gleby.
3. Wykorzystanie mikroorganizmów biodegradowalnych jest metodą wymagającą szczególnej wiedzy fachowej w zakresie postępowania z produktami drobnoustrojowymi oraz dostępności szczepów wysoce skutecznych w wykorzystaniu DDT jako źródła pożywienia i zdolnych do jego metabolizmu. Obecnie istnieją produkty komercyjne, które wydają się odpowiednie do degradacji pestycydów, ale nie są specyficzne dla DDT. Zostały one jednak przetestowane na glebie zanieczyszczonej przemysłowo, gdzie stężenie związków chemicznych jest kilkakrotnie wyższe, niż w glebach rolniczych. Dlatego nie wiadomo, czy mogą one być skuteczne w warunkach polowych. Niektóre szczepy wyizolowane i scharakteryzowane z gleb uprawnych zostały przetestowane w doświadczeniach przeprowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa, a wstępne wyniki zachęcają do kontynuowania tych testów również w celu przygotowania najlepszego preparatu do praktycznego zastosowania.

Wykaz gatunków roślin o niskim ryzyku akumulacji DDT i wykazujących pozostałości w częściach jadalnych.

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych w 2016 i 2017 roku można wnioskować, że:

- w częściach nadziemnych i korzeniach następujących roślin: ziemniak, cebula, sałata, związków DDT **nie stwierdzono**;
- w korzeniach roślin takich jak: kukurydza, jęczmień, lucerna, dynia, cukinia, pomidor, truskawka, malina, koleus, aksamitka, ogórek i por **stwierdzono** obecność związków DDT (niekiedy zależnie od poziomu DDT i jego metabolitów w glebie).;
- w częściach przeznaczonych do spożycia, DDT **notowano** w: cukinii (owoce), marchwi (korzeń spichrzowy), selerze (bulwa).

Działalność upowszechnieniowa

Małgorzata Tartanus, Eligio Malusá, Barbara Helena Łabanowska, Artur Miszczak, Ewelina Szustakowska, ddt content in polish soils – current state And attempts of rhizo-bioremediation. Journalm of Research and Applications in Agricultural Engineering (w druku).

Andrea Ceci, Fabiana Russo, Eligio Malusà, Oriana Maggi, Małgorzata Tartanus, Barbara Helena Łabanowska, Anna Maria Persiani, 2017. 2.2 = Stress response and tolerance to DDT: soil fungal species isolated from polluted agricultural areas of Poland and their potential in fungal bioremediation. Poster SBI 2017

Małgorzata Tartanus, Eligio Malusá, Barbara Helena Łabanowska, Artur Miszczak, Ewelna Szustakowska, 2017. DDT content in polish soils – current state and attempts of rhizo-bioremediation. Zawartość DDT w polskich glebach – stan obecny i próba jego bioremediacji. Materiały z XIX Konferencji Naukowej „Rolnictwo ekologiczne – stan obecny i perspektywy rozwoju „Techniki, technologie, produkcja żywności”, Puszczykowo, 11-13.10.2017. – ref.