

Rizo-bioremediacja jako narzędzie zmniejszania ryzyka zanieczyszczenia produktów ekologicznych pozostałościami DDT pochodzącymi z gleby

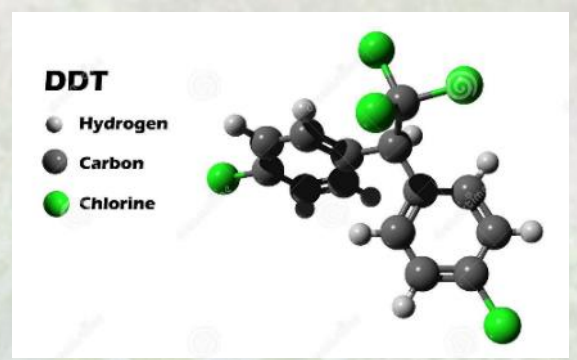
Eligio MALUSÁ¹, Małgorzata TARTANUS¹, Artur MISZCZAK², Waldemar KOWALCZYK³

1) Z-d Ochrony Roślin przed Szkodnikami

2) Z-d Bezpieczeństwa żywności

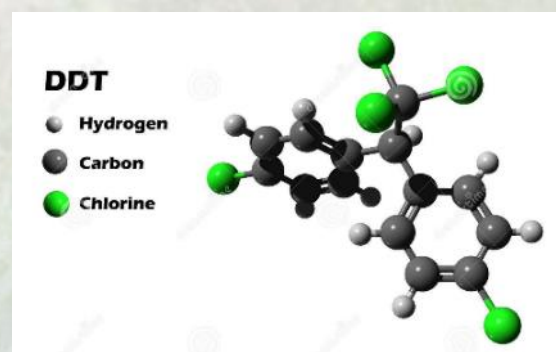
3) Laboratorium Analiz Chemicznych

DDT: historia zanieczyszczeń



- Od lat czterdziestych XX wieku DDT było szeroko stosowane na całym świecie jako insektycyd w uprawach roślin oraz przeciw komarom - wektorom malarii.
- Ze względu na trwałość w środowisku i jego bioakumulację w ekosystemach, od 1972r. w większości krajów stosowanie DDT zostało zakazane (w Polsce od 1976 r.).
- Pomimo tego, DDT jest nadal wykrywane w próbkach gleby i wody, co stanowi poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego, ekosystemów i ludzi.

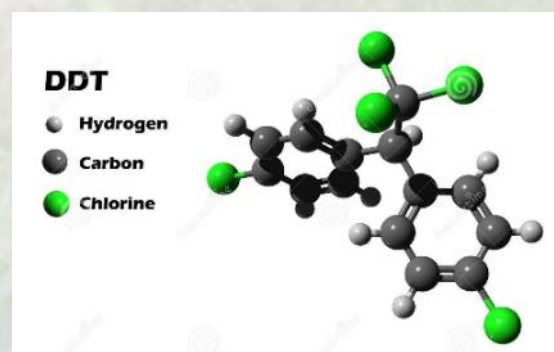
DDT: historia zanieczyszczeń



- Bardzo niska rozpuszczalność w wodzie
- Niezbyt fotolabilne
- Związki odporne na degradację:

Np. p,p'-DDT z trzema atomami chloru jest bardziej oporny na degradację niż p,p'-DDD z dwoma alifatycznymi chlorami

DDT: historia zanieczyszczeń

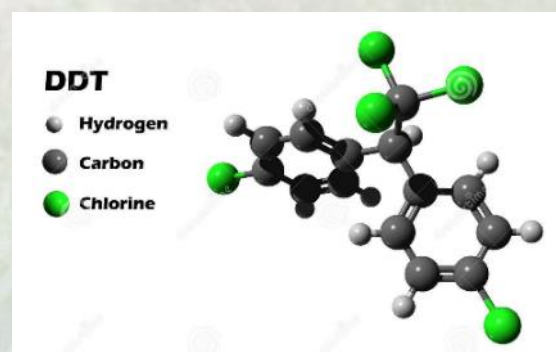


- Związki odporne na degradację mikrobiologiczną:
 - (i) poziomy w roztworze wodnym są tak niskie, że nie ma presji selekcyjnej, aby zdegradować DDT;
 - (ii) DDT nie przypomina związków występujących naturalnie, a istniejące układy enzymatyczne nie mogą wykorzystywać go jako substratu.

Ligninazy grzybów wywołujących białą zgniliznę korzeni mogą go degradować

DDT: historia zanieczyszczeń

- W przypadku braku celowych zastosowań, zanieczyszczenia gleby są ograniczone do tych pochodzących z atmosfery.
- Ogólnosiwiatowe badania (1984-1985) pozostałości DDT w próbkach liście roślin drzewiastych i porostów - p,p'-DDT + p,p'-DDE od 3.5 do 1400 ng/g s.m.

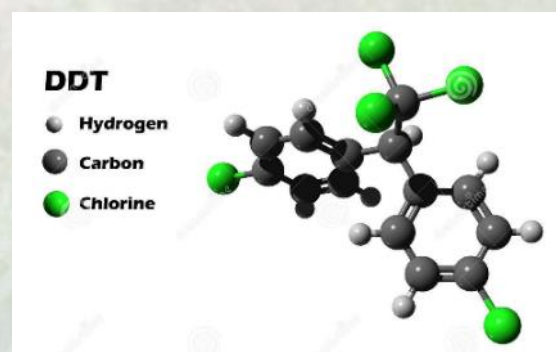


Koncentracja DDT w atmosferze (pg/m ³)	Lokalizacja
1.5	Ocean Nowozelandzki
8.7	Ocean Północno-Atlantycki
12	Północny Ocean Pacyficzny
18	Morze Śródziemne
54	Morze Południowochińskie
250	Morze Bengalskie

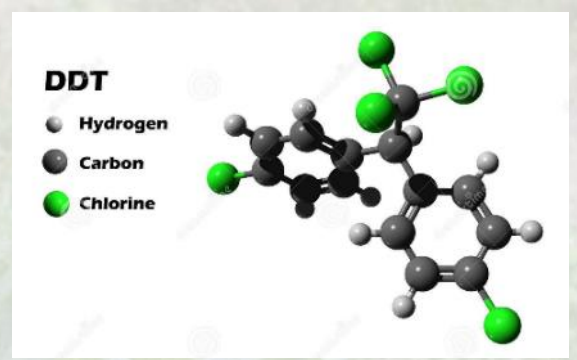
DDT: historia zanieczyszczeń

- Istniejące pozostałości mogą być redystrybuowane przez wiatr, erozję, spływanie lub pochłanianie i kumulowanie przez zwierzęta (owady, ptaki, ssaki, itp.).
- Klimat jest głównym czynnikiem trwałości DDT w glebie: cieplejszy klimat zmniejsza trwałość.
- Zawartość węgla organicznego w glebie jest najważniejszym czynnikiem wpływającym na bioaktywność DDT, ale także zawartość gliny i pojemność wymiany kationów mogą odgrywać rolę określającą dostępność DDT dla roślin.
- Pobieranie DDT z gleby przez rośliny często było wskazywane jako niskie, przy założeniu, że główną drogą zanieczyszczenia roślin jest absorpcja przez woski pokrywające włoski liściowe, w procesie suchej lub mokrej depozycji atmosfery zanieczyszczonej związkami DDT.

DDT: historia zanieczyszczeń

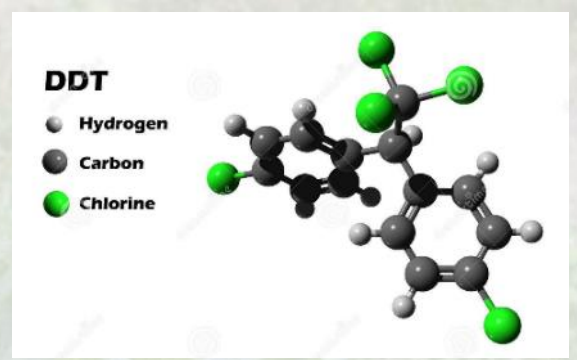


- Dikofol (Keltane) to akarycyd stosowany w produkcji owoców i warzyw od lat 80 do końca 1990 roku.
- Proces syntezy chemicznej oparty jest na DDT
- Dikofol zawierał wysoki poziom technicznego DDT, dopóki nie został uregulowany na poziomie <1%.
- W Chinach zanieczyszczenie DDT spowodowane użyciem dikofolu uważa się za istotny czynnik ogólnego zanieczyszczenia środowiska



Szczególną kwestią dotyczącą produkcji ekologicznej jest zanieczyszczenie gleb w gospodarstwach ekologicznych oraz ryzyko znalezienia pozostałości w produktach (roślinach) certyfikowanych tym znakiem.

DDT: badania

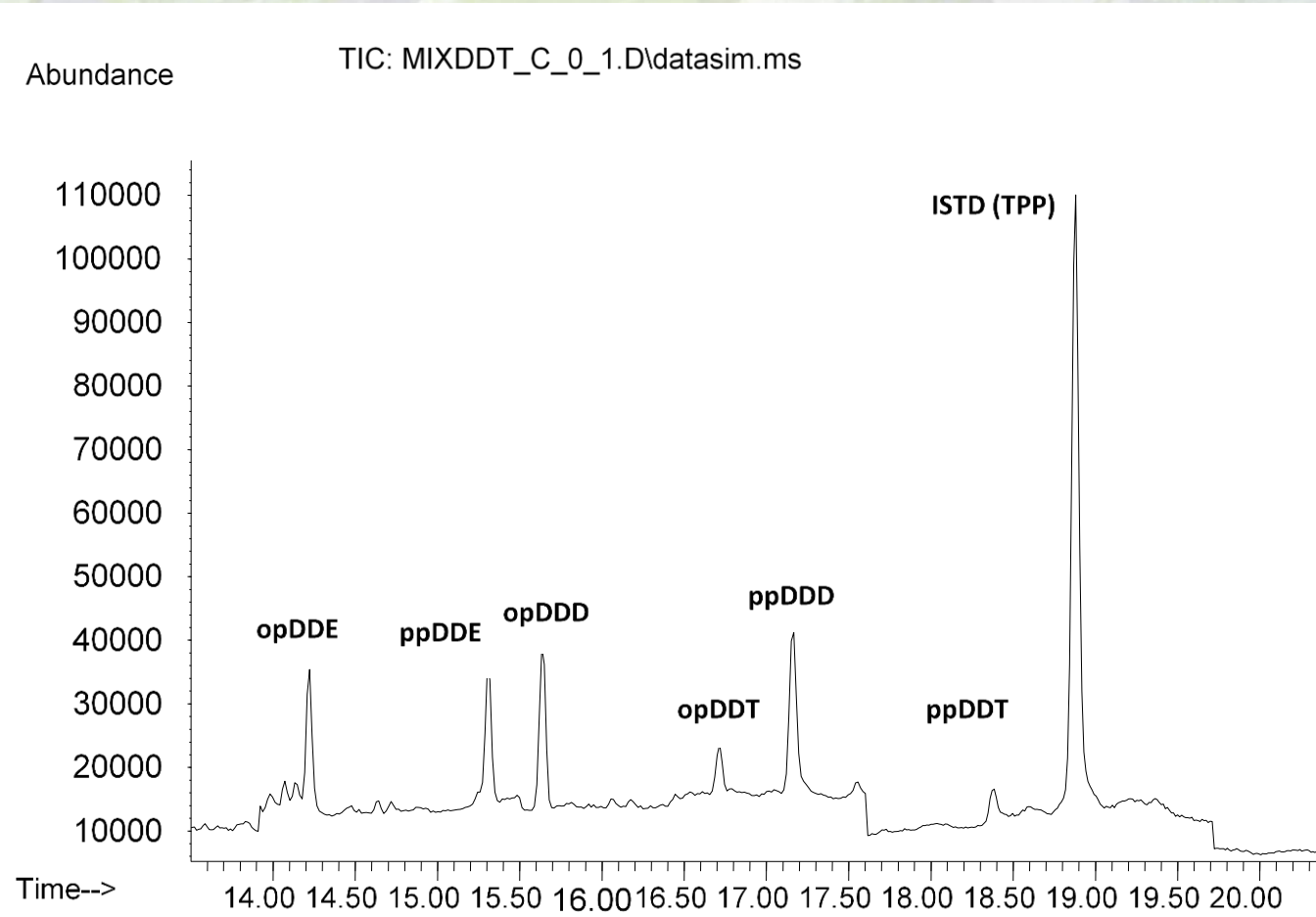


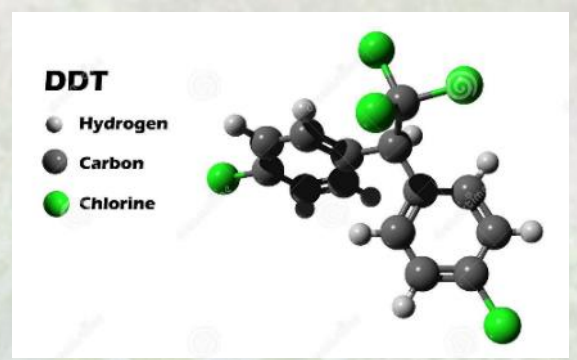
- W Instytucie Ogrodnictwa podjęto próbę określenia wielkości problemu występowania DDT w Polsce oraz bezpiecznej remediacji skażonych gleb.
- Realizacja projektów finansowany przez MRiRW (2016-2018):

Sadownictwo metodami ekologicznymi (Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół): 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.

Obliczanie zawartości DDT

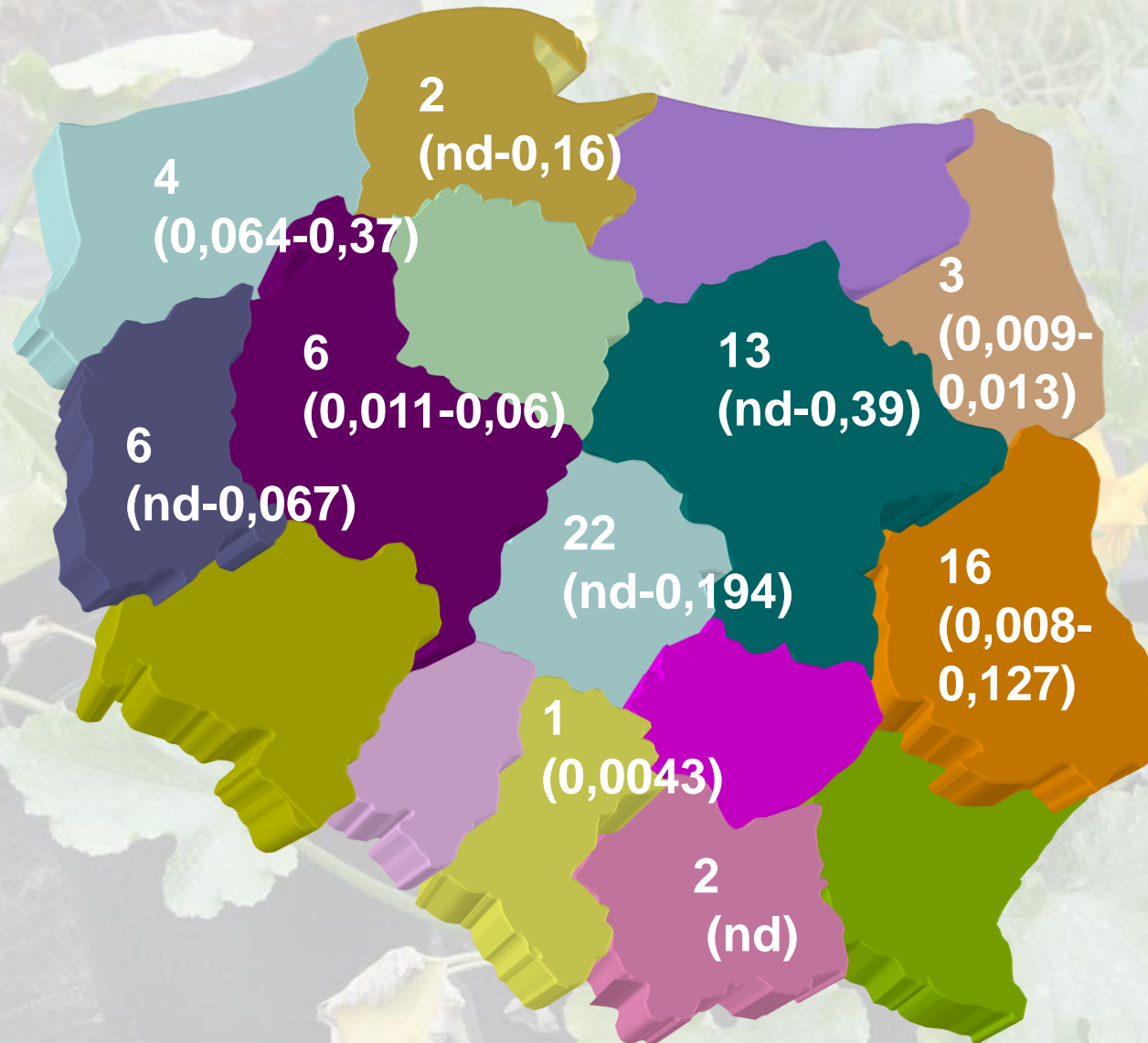
Zgodnie z definicją pozostałości podaną w rozporządzeniu (WE) nr 396/2005 pozostałości DDT należy mierzyć, jako sumę izomerów DDT i jego metabolitów (DDE, DDD i DDM).





- p,p'-DDD i p,p'-DDE są produktami transformacji p,p'-DDT.
- p,p'-DDD jest mniej trwały niż p,p'-DDT i jest podatny na atak mikroorganizmów.
- p,p'-DDE jest bardziej trwały niż p,p'-DDT, a przy braku nowych zastosowań DDT prawdopodobnie stanie się podstawową pozostałością

Poziomu występowania DDT w glebie [mg/kg]



Poziom pozostałości DDT wykryty w roślinach uprawianych w różnych rejonach kraju (mg/kg = ppm)

Roślina	SUMA DDT	Roślina	SUMA DDT	Roślina	SUMA DDT
Kapusta, cz. nadziemna*	nd	Buraczki czerwone, bulwa	nd	Pomidor, owoce	nd
Marchew, korzeń	nd	Pietruszka, cz. nadziemna*	nd	Pomidor, owoce	nd
Marchew, korzeń	nd	Pietruszka, korzeń	nd	Kukurydza, ziarno	nd
Marchew, korzeń	0,010	Pasternak, cz. nadziemna*	nd	Kukurydza, roślina	nd
Koper włoski, cz. nadziemna*	nd	Pasternak, korzeń	nd	Soczewica, cała roślina	nd
Koper włoski, bulwa	nd	Ziemniaki, bulwa	nd	Facelia, cała roślina	nd
Koper ogrodowy, cz. nadziemna*	nd	Ziemniaki, bulwa	nd	Gorczyca, cała roślina	nd
Cebula czerwona	nd	Ziemniaki, bulwa	nd	Mieszanka zbóż, ziarno	nd
Cebula biała	nd	Ziemniaki, bulwa	nd	Gryka, cała roślina	nd
Cebula biała	nd	Ziemniaki, bulwa	nd	Rzepak, cała roślina	nd
Dynia, owoce	nd	Ziemniaki, bulwa	nd	Pszenżyto, cała roślina	nd
Dynia, owoce	nd	Ziemniaki, bulwa	nd	Drzewa owocowe, liście	nd
Cukinia, owoce	nd	Ziemniaki, bulwa	nd	Jabłoń, owoce	nd
Cukinia, owoce	0,004	Seler, cz. nadziemna*	nd	Jabłoń, owoce	nd
Cukinia, owoce	nd	Seler, bulwa	nd	Wiśnia, owoce	nd
Ogórek, owoce	nd	Rabarbar, cz. nadziemna*	nd	Porzeczka czarna, owoce	nd
Szczaw, liście	nd	Fasola szparagowa	nd	Tymianek, roślina	nd
Por, część nadziemna*	nd	Pomidor, owoce	nd	Wiesiołek, roślina	nd
Por, korzenie	0,007	Pomidor, owoce	nd		

* Część nadziemna = liście i pędy

Remediacja gruntów zanieczyszczonych DDT

- **Metoda fizyczna:** Rozkład termiczny (spalanie) - wymaga dużego zużycia energii i kosztów transportu oraz może prowadzić do powstawania toksycznych produktów ubocznych, tj. Dioksyn
- **Metoda chemiczna:** Procesy utleniania (wykorzystanie żelaza lub ozonu) są obiecującym podejściem do eliminacji pozostałości chemicznych
- **Metoda biologiczna:** Wykorzystanie mikroorganizmów metabolizujących DDT lub/ oraz roślin akumulujących pozostałości DDT

Metody biologiczne remediacji gruntów zanieczyszczonych DDT

- **Fitoremediacja:** Poszukiwanie roślin akumulujących pozostałości DDT, które będą umożliwiać ich „ekstrakcję” z gleby
- **Bioremediacja:** Poszukiwanie mikroorganizmów wspomagających rozkład DDT do związków niezalegających w glebie i nieszkodliwych.
- **Rhizo-bioremediacja:** Wykorzystanie konsorcjów mikroorganizmów wspomagających rozkład DDT do związków niezalegających lub/ oraz wspomagające wzrost korzeni roślinnych w celu ułatwienia pobierania związków DDT przez rośliny akumulujące



Fitoremediacija



Ocena różnych gatunków jako roślin akumulujących

Testowane rośliny:

Rosaceae: truskawka, malina

Brassicaceae: kapusta

Solanaceae: pomidor, podkładki pomidora, ziemniaki

Apiaceae: marchew, seler

Amaranthaceae: burak ćwikłowy

Cucurbitaceae: cukinia, dynia, ogórek

Amaryllidaceae: cebula, por

Asterales: sałata

Caprifoliaceae: kozłek lekarski (*Valeriana officinalis*)

Asteraceae: aksamitka (*Tagetes* spp.)

Lamiaceae: koleus (*Plectranthus scutellarioides*)

Leguminosae: lucerna












































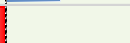



















Poaceae: jęczmień, kukurydza



Ocena różnych gatunków jako roślin akumulujących

	Zawartość DDT i jego metabolitów [mg/kg] w glebie po okresie uprawy roślin			
Poziom DDT przed sadzeniem	0,143	0,023	0,23	0,598
Jęczmień	🚩 0,104			🚩 0,239
Malina	🚩 0,12			🚩 0,328
Pomidor	🚩 0,133			🚩 0,353
Truskawka	🚩 0,152			🚩 0,425
Koleus	🚩 0,163			🚩 0,441
Kapusta	🚩 0,178			🚩 0,506
Kozłek lekarski	🚩 0,286			🚩 0,552
Marchew	🚩 0,186			🚩 0,585
Aksamitka	🚩 0,249			🚩 0,621
Lucerna	🚩 0,096			🚩 0,192
Kukurydza	🚩 0,127			🚩 0,276
Cukinia	🚩 0,098			🚩 0,291
Dynia	🚩 0,126			🚩 0,301
Burak ćwikłowy		🚩 0,025	🚩 0,44	
Cebula		🚩 0,07	🚩 0,23	
Ogórek gruntowy		🚩 0,063	🚩 0,26	
Por		🚩 0,024	🚩 0,22	
Salata		🚩 0,056	🚩 0,25	
Seler		🚩 0,026	🚩 0,23	
Ziemniak		🚩 0,101	🚩 0,1	

Ocena różnych gatunków jako roślin akumulujących

Poziom DDT w glebie przed sadzeniem	0,023 i 0,143 [mg/kg]			0,23 i 0,598 [mg/kg]	
	Gleba	Roślina		Gleba	Roślina
Kukurydza			Marchew		
Dynia			Kozłek lekarski		
Malina			Kapusta		
Pomidor			Koleus		
Jęczmień			Truskawka		
Cukinia		0,238	Pomidor		
Lucerna			Malina		0,551
Por		nd	Dynia		
Burak ćwikłowy		nd	Cukinia		
Seler		nd	Kukurydza		
Salata		nd	Jęczmień		
Ogórek			Seler		
Cebula		nd	Lucerna		
Ziemniak		nd	Ziemniak		nd
Truskawka			Por		
Koleus			Cebula		nd
Kapusta			Salata		nd
Marchew		nd	Ogórek		
Aksamitka			Burak ćwikłowy		nd
Kozłek lekarski			Aksamitka		

Ocena różnych gatunków jako roślin akumulujących

Zawartość DDT i jego metabolitów w częściach nadziemnych roślin po okresie ich uprawy w glebach z dwoma poziomami DDT

Poziom DDT w glebie przed sadzeniem	0,143 [mg/kg]	0,598 [mg/kg]
Zawartość DDT w nadziemnych częściach roślin [mg/kg]		
Kapusta	ND	0,007
Dynia	0,006	0,024
Cukinia	0,016	0,032



Badanie zdolności fitoremediacji różnych gatunków roślin dyniowatych

- 31 odmiany roślin dyniowatych należących do różnych podgatunków: ozarkana, fraterna, pepo, "guicoy,, zebrane w 12 krajach z różnych środowisk (USA, Gwatemala, Korea Południowa, Tadżykistan, Gruzja, Węgry, Serbia ...)
- 7 "polskich" odmian dyni
- 3 podkładki pomidorów
- Wspólną cechą jest wysoki wigor

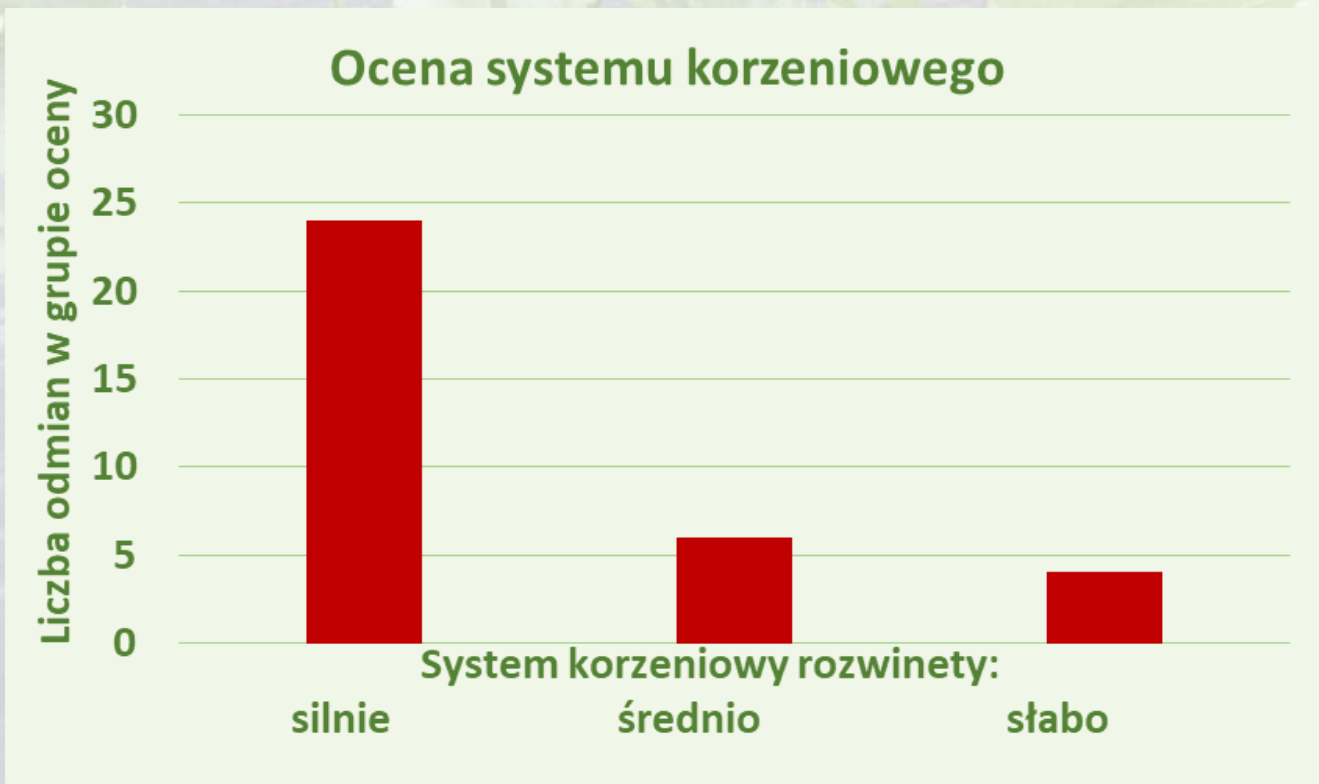


- Czy mocno rozbudowany system korzeniowy rośliny sprzyja większej akumulacji DDT i jego metabolitów?
- Czy istnieje zależność między pobieraniem przez rośliny makro- i mikroelementów, szczególnie fosforu, a akumulacją związków DDT?



Badanie zdolności fitoremediacji różnych gatunków roślin dyniowatych

- Czy mocno rozbudowany system korzeniowy rośliny sprzyja większemu pobieraniu DDT i jego metabolitów?



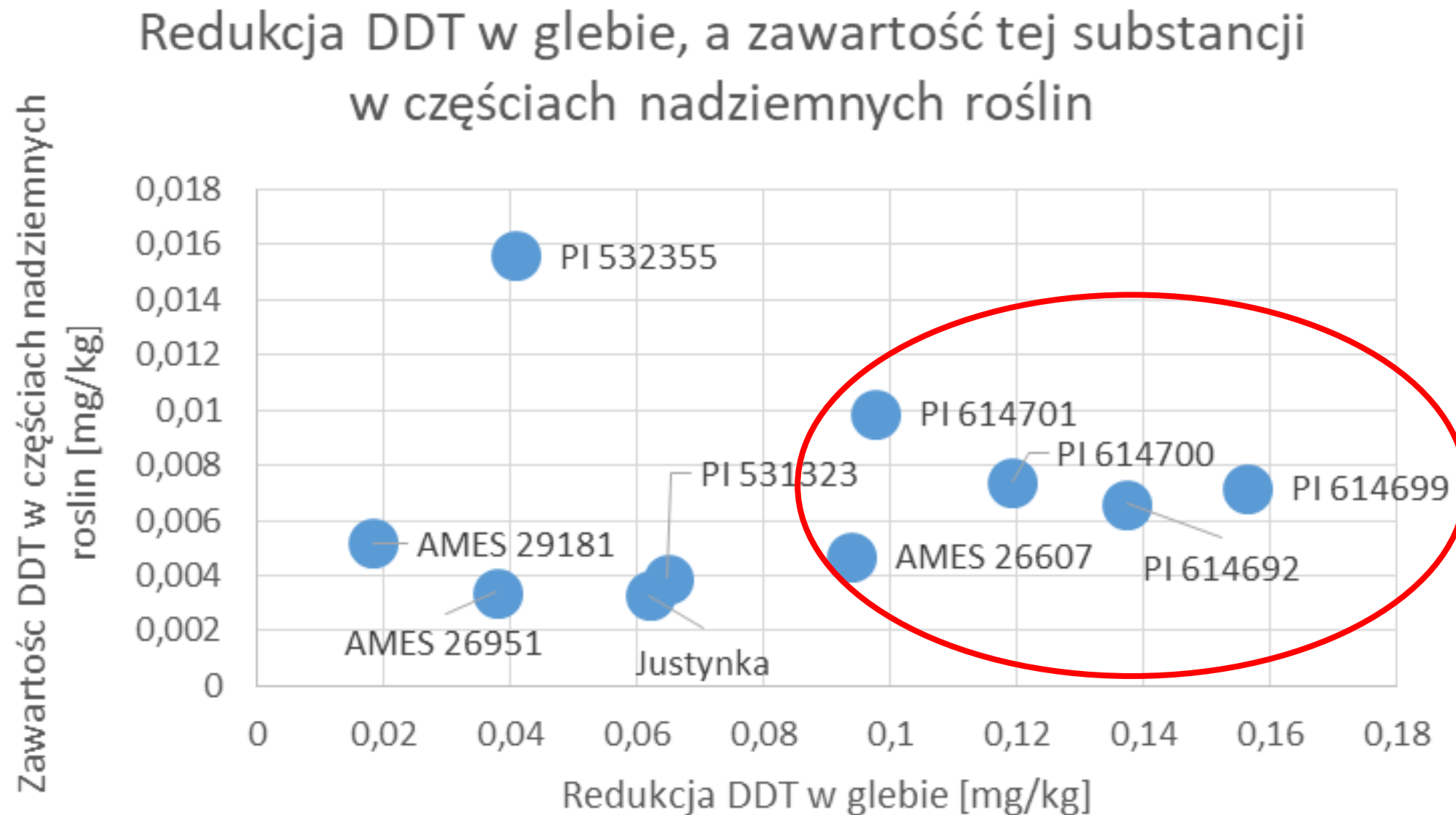
3-stopniowa skala:

1 - (silnie) - gleba w doniczce cała przerośnięta korzeniami, system korzeniowy dobrze rozwinięty;

2 - (średnio) - gleba w doniczce średnio przerośnięta korzeniami, system korzeniowy średnio rozwinięty;

3 - (słabo) - gleba w doniczce słabo przerośnięta korzeniami, system korzeniowy słabo rozwinięty

Czy istnieje korelacja między akumulacją pozostałości DDT w korzeniach a translokacją do nadziemnych części roślin?



Badanie zdolności fitoremediacji różnych gatunków roślin dyniowatych

- Czy mocno rozbudowany system korzeniowy rośliny sprzyja większemu pobieraniu DDT i jego metabolitów?

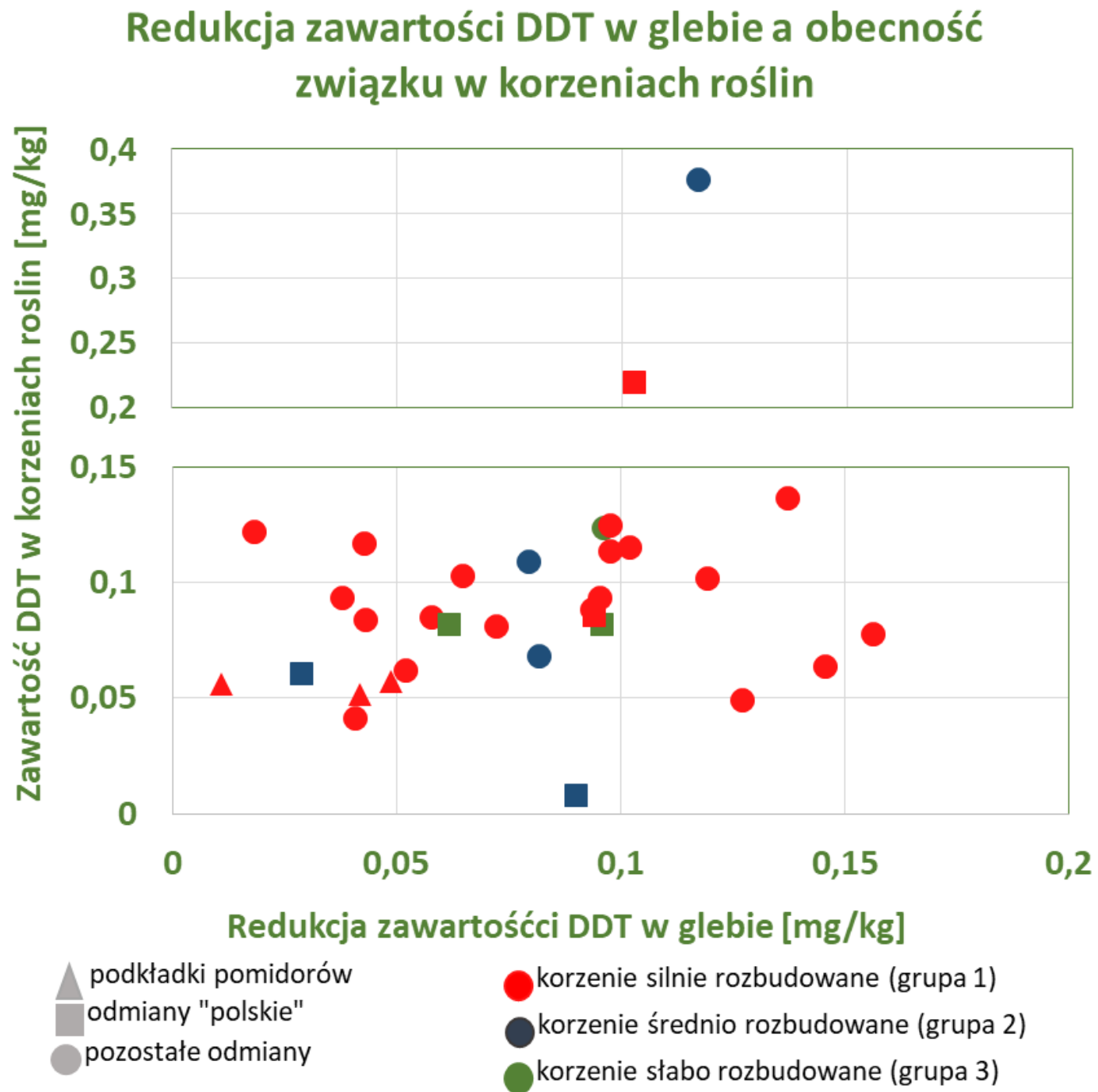
**Redukcja zawartości DDT = zawartość DDT w glebie przed uprawą -
zawartość DDT w glebie po uprawie**

**Odmiany po uprawie, u których odnotowano
wzrost DDT w glebie**

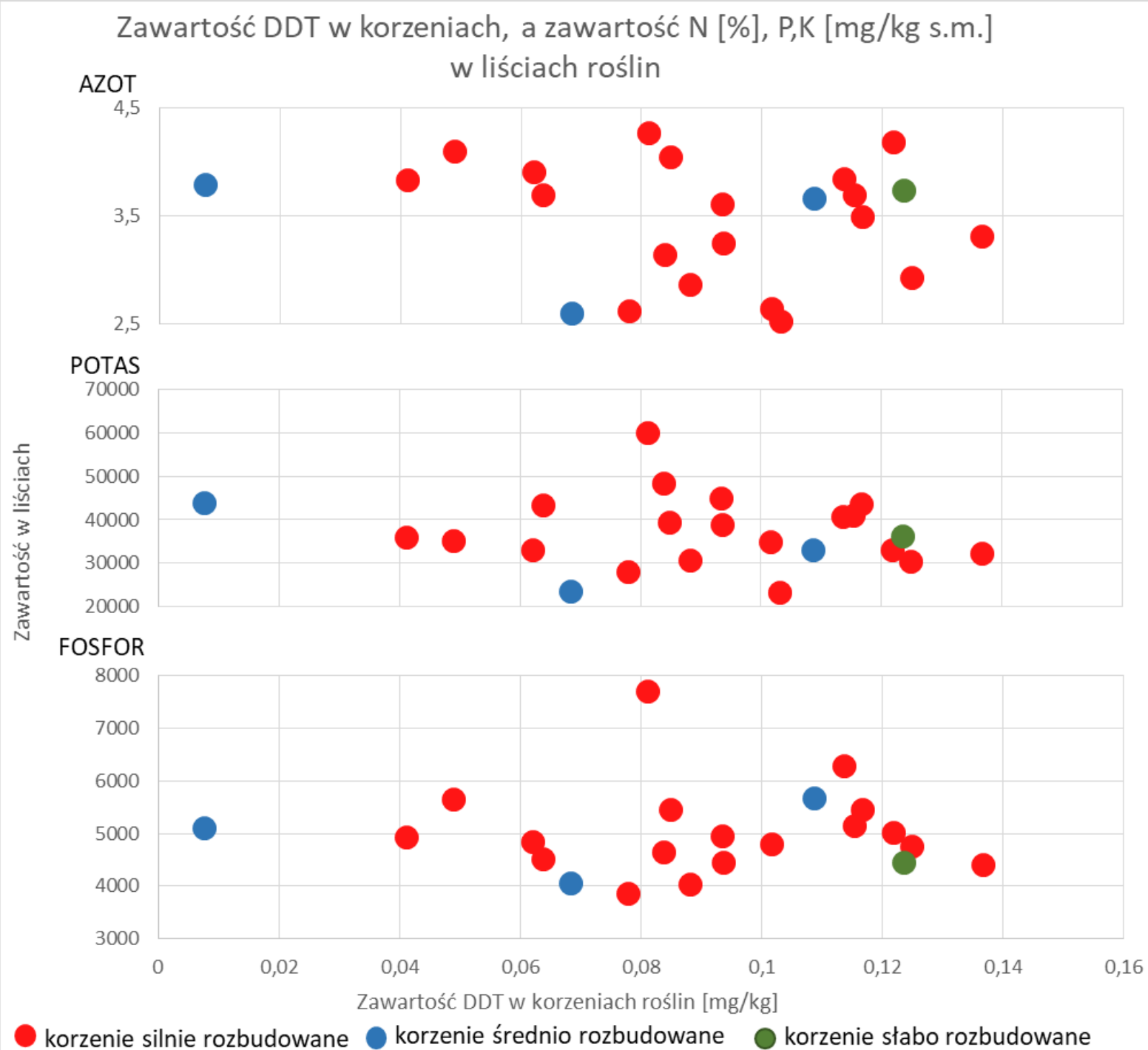
Klasa oceny korzeni 1

Odmiana	Redukcja DDT mg/kg
PI267663	-0,1849
PI508465	-0,0141
Amber	-0,0320

Czy mocno rozbudowany system korzeniowy rośliny sprzyja większemu pobieraniu DDT i jego metabolitów?

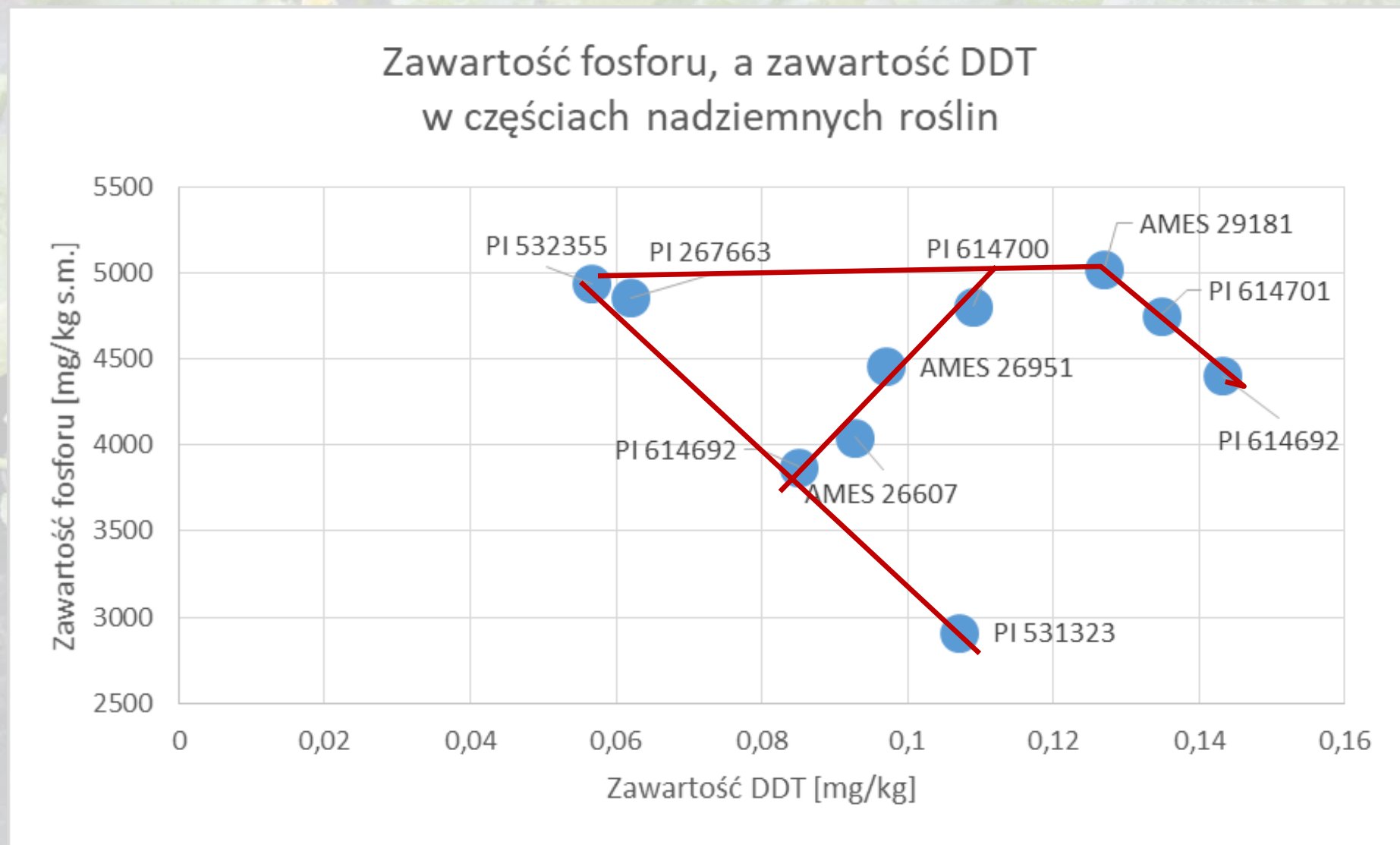


Czy istnieje zależność między pobieraniem przez rośliny makro- i mikroelementów, a akumulacją związków DDT?



Czy istnieje zależność między pobieraniem przez rośliny makro- i mikroelementów a akumulacją pozostałości DDT?

- Czy wraz ze wzrostem zawartości fosforu spada możliwość akumulacji związków DDT?
- Czy istnieje granica zawartości fosforu do której istnieje możliwość akumulacji związków DDT?
- Czy wraz ze wzrostem zawartości fosforu zwiększa się możliwość akumulacji związków DDT?
- Czy takie zależności istnieją?



WNIOSKI

- Kilka gatunków roślin wydaje się zdolne do wzbudzania metabolizmu DDT w glebie bez pobierania produktów tych reakcji.
- Niektóre gatunki (odmiany) roślin z rodziny dyniowatych (cukinia i dynia) są w stanie akumulować i transportować DDT do górnej części rośliny.
- Proces pobierania jak i translokacji wydają się być zależne od dawki DDT zawartej w glebie oraz genotypu rośliny.
- Proces pobierania wydaje się być niezależny od poziomu makro i mikroelementów w glebie

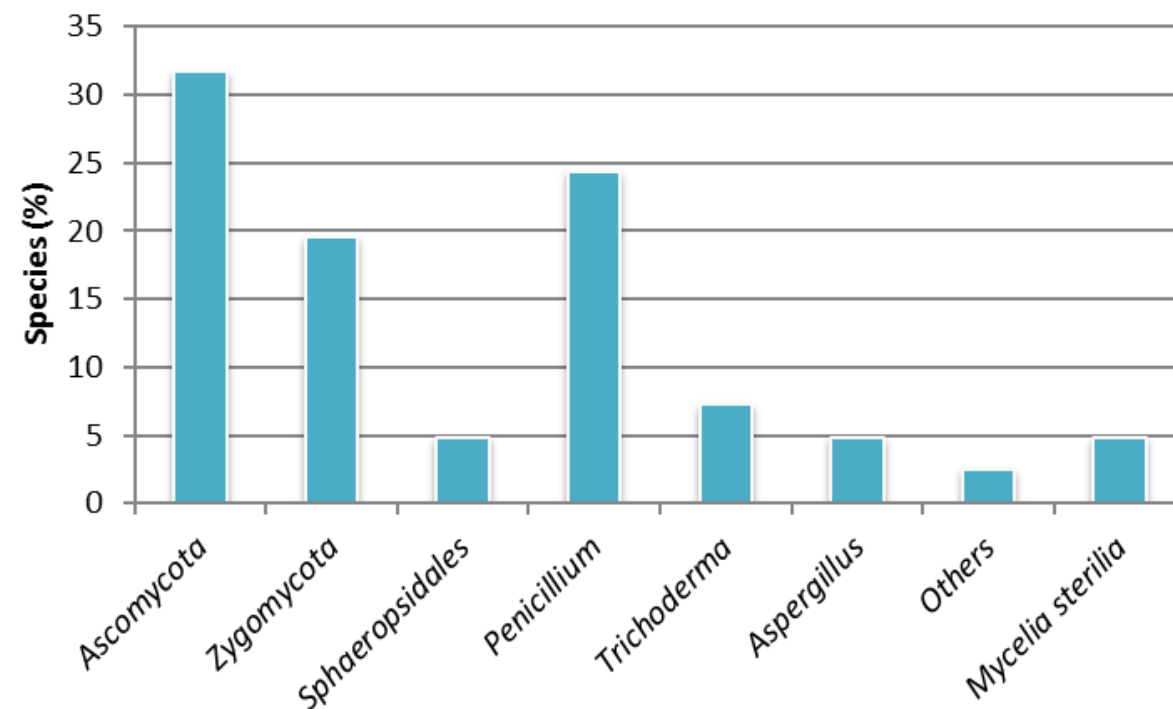
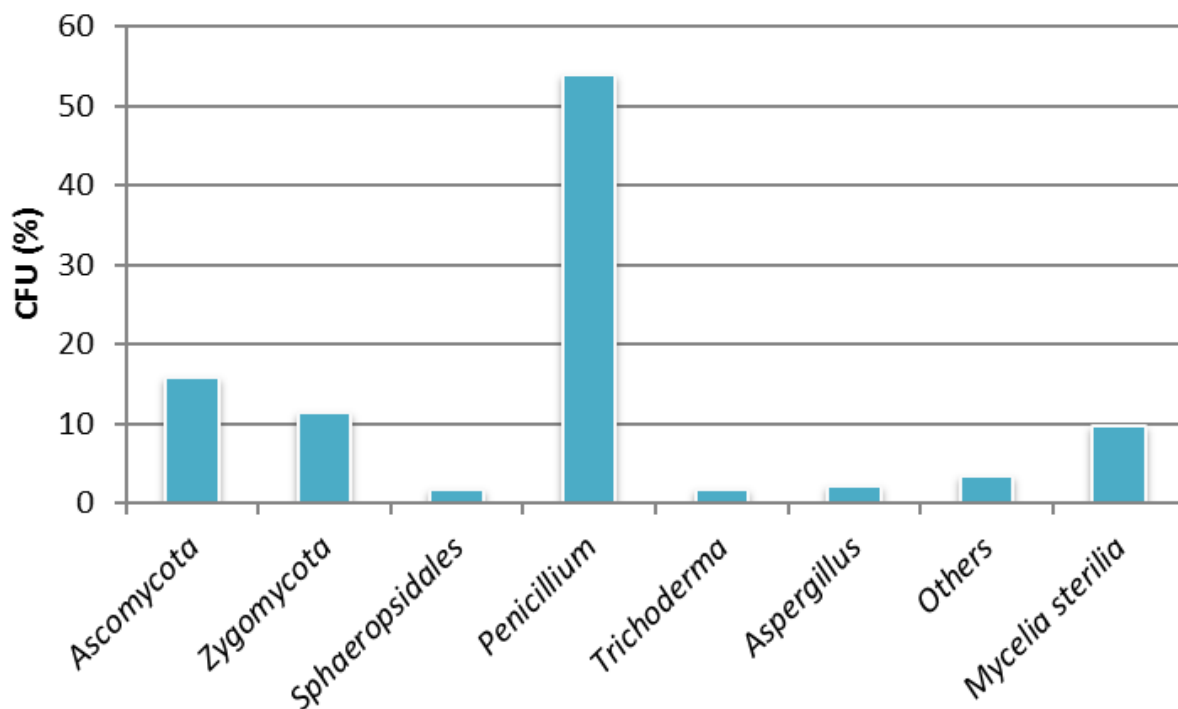
Bioremediacija



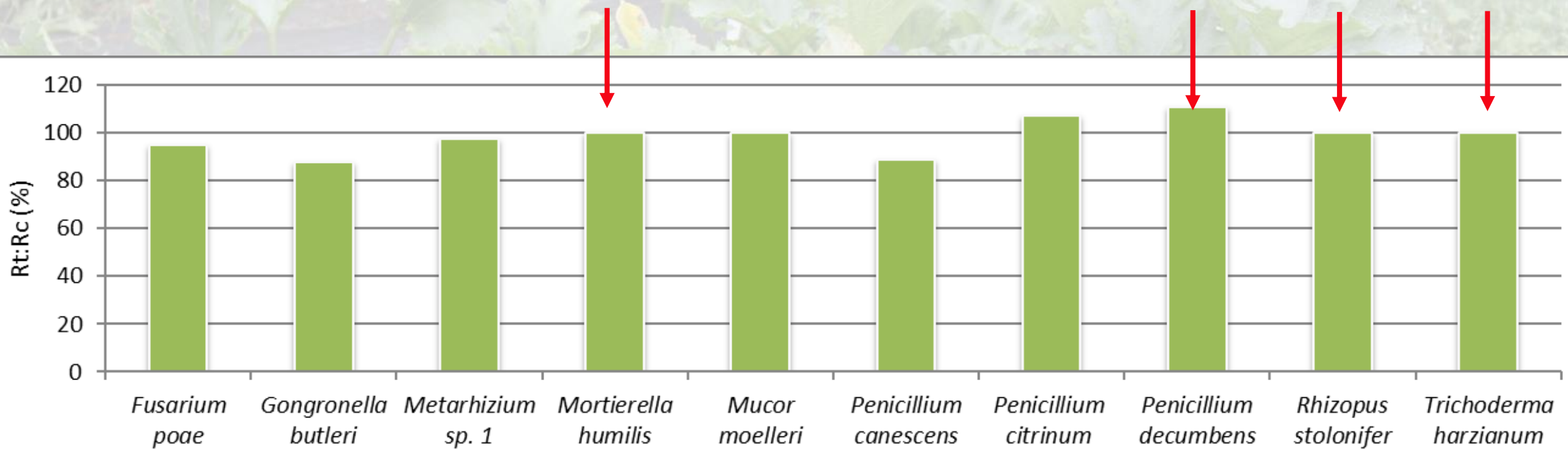
Poszukiwanie mikroorganizmów wspomagających rozkład DDT

Lokalizacja	Zawartość DDT i jego metabolitów [mg/kg]			
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Suma wyrażona DDT
Sk-ce, Myśliwska	0,0203	0,0247	0,0083	0,057
Sk-ce, Graniczna rabata 1 i 2	-	0,0292	0,0095	0,043

Izolowano 176 szczepów należących do 40 saprotroficznych gatunków grzybów glebowych

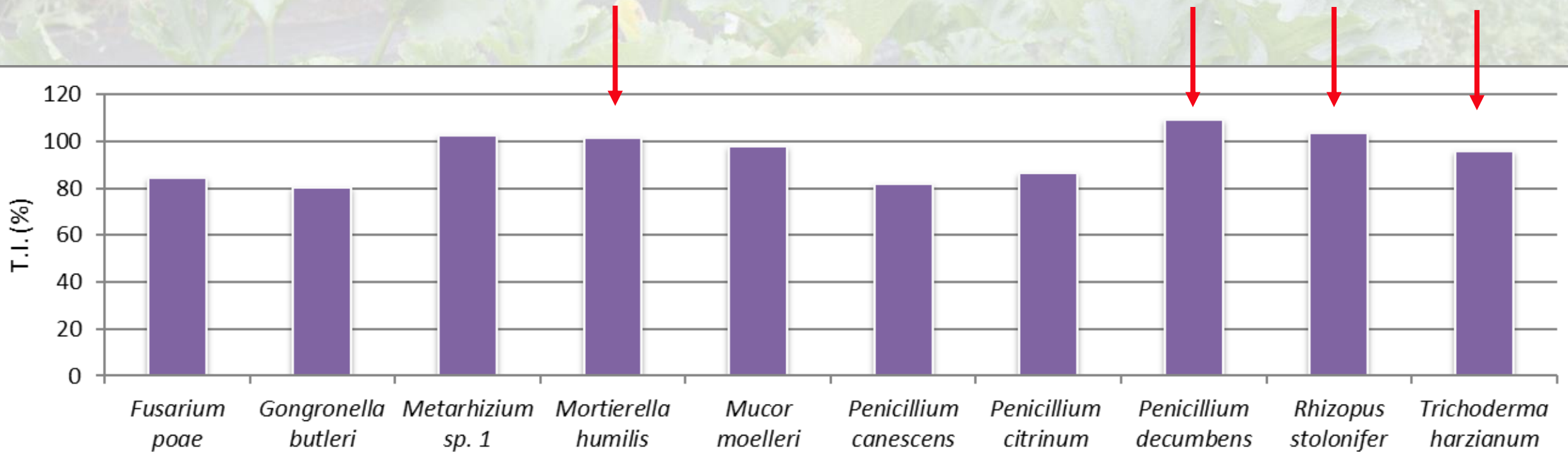


Identyfikacja szczepów przystosowanych do rozwoju w glebie z DDT



Oceniono szybkością wzrostu na podłożu z dodatkiem DDT (R_t), w odniesieniu do wzrostu w pożywce kontrolnej (R_c)

Identyfikacja szczepów przystosowanych do rozwoju w glebie z DDT



$$TI_{sucha\ masa} = \left(\frac{s.m. traktowane\ mycelium}{s.m\ kontrola\ mycelium} \right) \times 100$$

Stosowanie wyizolowanych szczepów przystosowanych do rozwoju w glebie z DDT

Zawartość grzybów i bakterii w przygotowanych preparatach

Bakterie	jtk/ml	Grzyby	jtk/ml
R2-C3 Bacillus pumilus	$4,1 \times 10^7$	Trichoderma harzianum	$4,0 \times 10^4$
R2-B2 Bacillus subtilis	$3,5 \times 10^6$	Mortierella humulis	$1,5 \times 10^6$
SKA-B2 Paenibacillus spp Bacillus megaterium	$2,6 \times 10^5$	Rhizopus stolonifer	$3,2-4,9 \times 10^5$
SKA-A3 Bacillus subtilis Bacillus pumilus	$1,8 \times 10^7$		

Wpływ DDT na profil metaboliczny grzybów

Oba gatunki grzybów wykazywały różnice w zdolności do stosowania różnych substratów w obecności DDT.

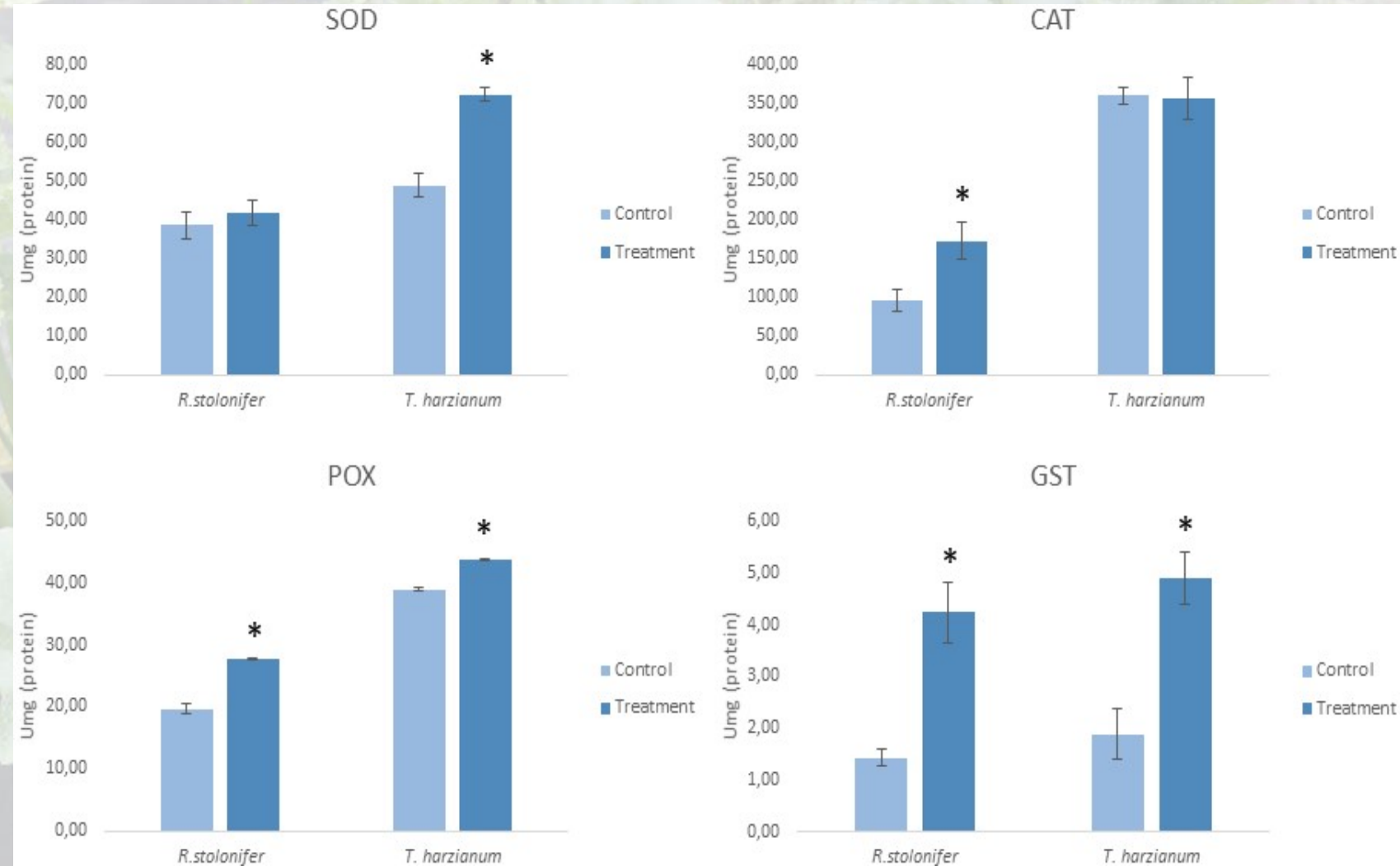
R. stolonifer metabolizował mniej substratów niż *T. harzianum* (odpowiednio 41 i 67 substratów).

Jednak *R. stolonifer* wykazał wyższy metabolizm (wzrost grzybów i oddychanie) w porównaniu z *T. harzianum*



Wpływ DDT na stres oksydacyjny grzybów

Dodanie DDT do pożywki hodowlanej sprzyjało znacznemu wzrostowi produkcji reaktywnych form tlenu, co spowodowało aktywność enzymów chroniących komórki przed stresem oksydacyjnym.



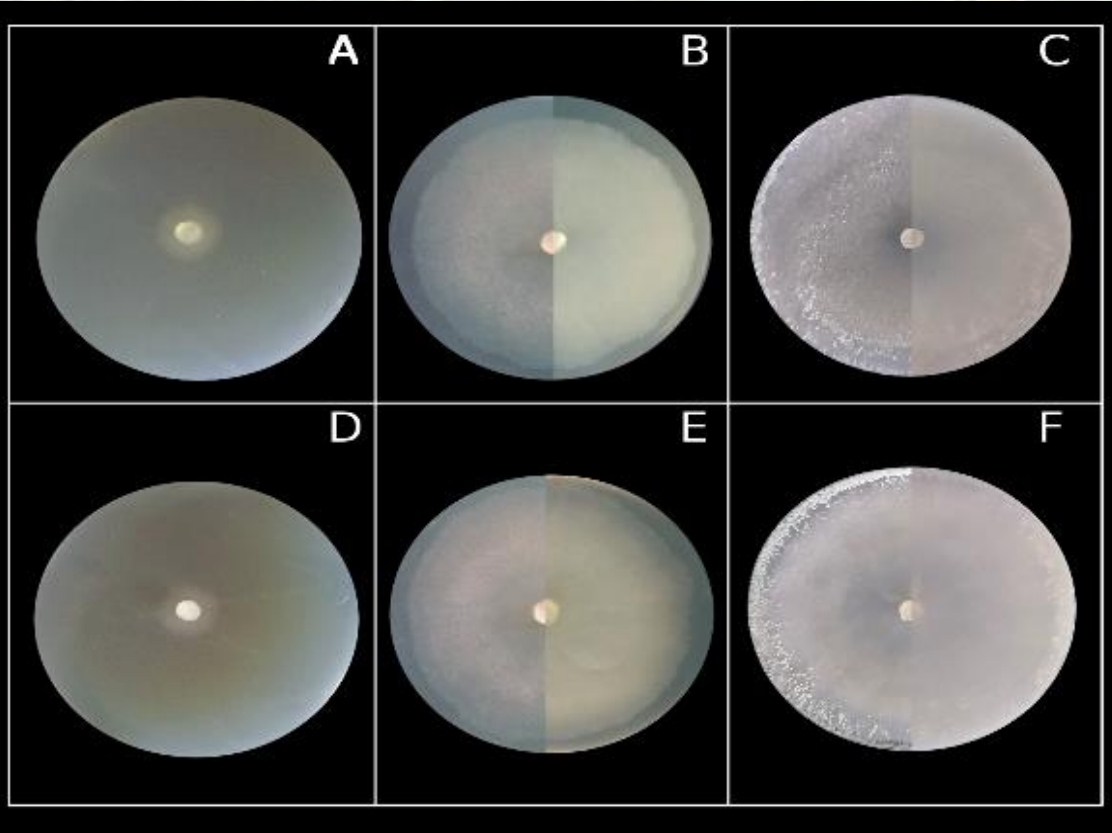
WNIOSKI

- Izolacja kilku szczepów grzybów i bakterii z zanieczyszczonych gleb, które są tolerancyjne w stosunku do DDT i zdolne do jego degradacji, otwiera możliwości zastosowania ich w bioremediacji
- Skuteczność bioremediacji można zwiększyć przez dodanie niektórych substancji do gleby lub do formulacji (preparatu)

Rhizo-Bioremediacja



Stosowanie wyizolowanych szczepów przystosowanych do rozwoju w glebie z DDT



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

	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT [mg/kg]		
	Gleba	Korzenie	Część nadziemna
Kontrola	0,173	0,042	0,0046
Bakterie			
SKA-B2: <i>Paenibacillus spp, Bacillus megaterium</i>	🚩 0,17	🚩 0,024	🚩 0,0037
SKA-A3: <i>Bacillus subtilis, Bacillus pumilus</i>	🚩 0,183	🚩 0,037	🚩 0,0062
R2-B2: <i>Bacillus subtilis</i>	🚩 0,178	🚩 0,034	🚩 0,0077
R2-C3: <i>Bacillus pumilus</i>	🚩 0,18	🚩 0,037	🚩 0,0042
Grzyby			
<i>Trichoderma harizum</i>	🚩 0,1921	🚩 0,037	🚩 0,0089
<i>Mortierella humilis</i>	🚩 0,216	🚩 0,032	🚩 0,0054
<i>Rhizopus stolonifer</i>	🚩 0,168	🚩 0,028	🚩 0,0058
Bakterie i grzyby			
Rhizopus + R2-B2: <i>Bacillus subtilis</i> + R2-C3: <i>Bacillus pumilus</i>	🚩 0,386	🚩 0,026	🚩 0,0063
<i>Mortierella humilis</i> + SKA-A3: <i>Bacillus subtilis, Bacillus pumilus</i> + SKA-B2: <i>Paenibacillus spp, Bacillus megaterium</i>	🚩 0,163	🚩 0,025	🚩 0,0051

Wpływ inokulacji gleby konsorcjów mikroorganizmów na poziom DDT w glebie i na pobieranie przez cukinia DDT i jego metabolitów (mg/kg)

Gleba lub roślina	Zawartość DDT i jego metabolitów				
	o,p-DDE	p,p-DDE	o,p-DDD	p,p-DDD	p,p-DDT
	LOQ (limit oznaczenia) 0.005 mg/kg				
Przed sadzeniem - gleba		0,0742	0,1207	0,1207	0,6096
Kontrola (bez mikroorg.) - gleba		0,0576		0,0569	0,2234
Kontrola (bez mikroorg.) - roślina		0,0724		0,0401	0,0612
Micosat Uno - gleba		0,0485		0,068	0,2155
Micosat Uno - roślina		0,1224		0,0797	0,1704
Micosat Fito - gleba		0,0488		0,0567	0,1815
Micosat Fito - roślina		0,1069		0,0501	0,0783
EmFarma - gleba	0,0225	0,06	0,0331	0,1018	0,0811
EmFarma - roślina		0,0698		0,0458	0,0786
EmFarma Plus - gleba		0,0494		0,0437	0,3101
EmFarma Plus - roślina		0,0838		0,0548	0,0727

Wpływ inokulacji do gleby konsorcjów mikroorganizmów na poziom DDT w glebie i na pobieranie przez cukinie DDT i jego metabolitów (mg/kg)

	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT [mg/kg]		
	Gleba	Korzenie	Część nadziemna
Przed sadzeniem - gleba	0,826		
Kontrola (bez mikroorganizmów)	0,351	0,168	0,018
Micosat Uno	0,345	0,352	0,043
Micosat Fito	0,299	0,202	0,051
EmFarma	0,322	0,183	0,024
EmFarma Plus	0,414	0,204	0,023

Wpływ inokulacji konsorcjów mikroorganizmów (Micosat) do gleby na poziom DDT

Wyniki oceny poziomu DDT i jego metabolitów w glebie i w różnych roślinach wysianych (lub sadzonych) w wazonach z glebą zawierającą DDT



	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT [mg/kg]					
	Gleba	Korzenie	Część nadziemna	Gleba	Korzenie	Część nadziemna
Poziom DDT przed sadzeniem	0,143			0,598		
Dynia	0,115	0,106	0,008	0,244	0,219	0,026
Lucerna	0,098	0,032	nd	0,214	0,105	nd
Cukinia	0,091	0,164	0,023	0,210	0,170	0,024
Kukurydza	0,113	0,022	nd	0,285	0,079	nd

Wpływ inokulacji konsorcjów mikroorganizmów (**Micosat**) na poziom DDT

Wpływ podkładek pomidorów i 7 „polskich” odmian dyni oraz mikroorganizmów ryzosferowych zawartych w produkcie Micosat Fito na zawartość DDT i jego metabolitów w glebie i w roślinach

	SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DDT [mg/kg]		
	Gleba	Korzenie	Część nadziemna
Gleba przed sadzeniem	0,21		
Miranda	0,109	0,05244	0,0078
Amazonka	0,126	0,12622	ND
Junowa	0,13	0,05189	0,0072
Justynka	0,143	0,0914	ND
Karowita bis	0,151	0,14522	0,00289
Podkładka 14 TO 939	0,167	0,0443	ND
Podkładka 14 TO 938	0,172	0,0619	ND
Podkładka GT 7379	0,213	0,0503	ND

Wpływ zastosowanych mikroorganizmów ryzosferowych jesienią 2016 r. na zawartość DDT i jego metabolitów w glebie wiosną 2017 roku

Użyty produkt	Zawartość DDT i jego metabolitów				SUMA DDT i metabolitów wyrażona jako DTT [mg/kg]
	LOQ (limit oznaczenia) 0,005 [mg/kg]				
	DDE-p,p	DDD-p,p	DDT-p,p	DDM-pp	
Skierniewice ul. Myśliwska					
2016	0,0247	0,0083	0,0203		0,057
Micosat Uno	0,024	0,0039			0,031
Micosat Fito	0,02	0,004			0,027
Dębowa Góra					
2016	0,0366	0,0249	0,1259		0,194
Micosat Foto	0,048	0,041		0,03	0,14
Micosat Uno	0,044	0,037		0,021	0,12
EmFarma	0,029	0,041		0,018	0,1
EmFarma PLUS	0,031	0,032		0,014	0,091
Skierniewice ul. Graniczna					
2016	0,0292	0,0095			0,043
Micosat Fito	0,027	0,0098			0,041
Micosat Uno	0,03	0,01			0,044

WNIOSKI

- Stosowanie konsorcjów różnych gatunków mikroorganizmów jest na ogół bardziej skuteczne niż stosowanie pojedynczego szczepu lub pojedynczego rodzaju (tj. Tylko bakterii lub tylko grzybów) mikroorganizmów

PODSUMOWANIE

- Około 80% próbek gleby pobranych z różnych miejsc, zlokalizowanych na terenie 10 województw w całym kraju, zawierało pozostałości DDT. W większości analiz gleby wykazano obecność DDT-p,p i DDE-p,p, podczas gdy inne metabolity i ich izomery wykrywano bardzo rzadko.
- Kilka gatunków roślin wydaje się zdolnych do wzbudzania metabolizmu DDT w glebie bez pobierania produktów tych reakcji.

PODSUMOWANIE

- Cukinia i dynia są w stanie akumulować i transportować DDT do górnej części rośliny. Identyfikacja genotypów o zwiększonej zdolności pobierania DDT może zwiększyć możliwość zastosowania w fitoremediacji.
- Połączenie stosowania mikroorganizmów, które posiadają zdolności bioremediacji z uprawą roślin o zdolnościach fitoremediacyjnych jest obiecującą technologią w celu skutecznego zmniejszenia pozostałości DDT w glebie.

Podziękowania

A.M. PERSIANI, A. CECI, F. RUSSO, O. MAGGI

Department of Environmental Biology - Sapienza University of Rome

F. PINZARI

CREA - Centre for Environment and Agriculture

Podziękowania

A.M. PERSIANI, A. CECI, F. RUSSO, O. MAGGI

Department of Environmental Biology - Sapienza University of Rome

F. PINZARI

CREA - Centre for Environment and Agriculture

Dynamiczne ściółkowanie gleby i stosowanie recyklingowanych ulepszaczy glebowych w celu zwiększenia różnorodności biologicznej, odporności i zrównoważonego rozwoju ekologicznych sadów owocowych i winnic



Cele projektu

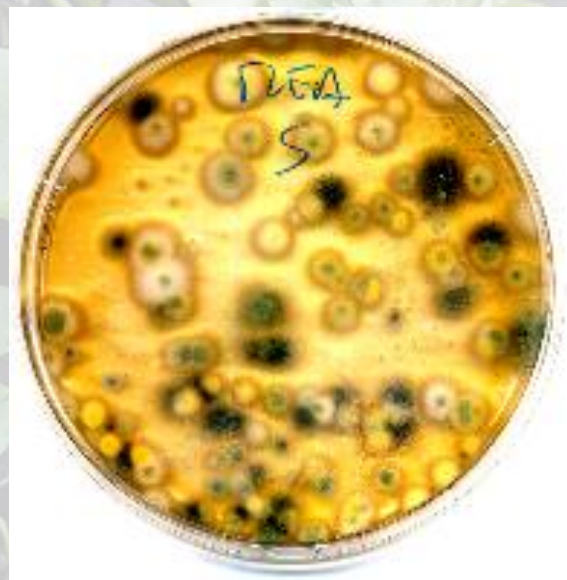
- ograniczenie zewnętrznych nakładów w gospodarstwie na nawożenie i ochronę
- poprawa wydajności, jakości i odporności roślin na warunki klimatyczne agroekosystemu
- poprawa bioróżnorodności
- zwiększenie opłacalności produkcji



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ



+



=

DDT

