

MATERIAŁY SZKOLENIOWE

dla osób prowadzących szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin - zgodnie z zał. nr 4 do Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 8 maja 2013 r. w sprawie szkoleń w zakresie środków ochrony roślin (Dziennik Ustaw z 2013 r. Poz. 554) - **Program szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin sprzętem naziemnym, z wyłączeniem sprzętu montowanego na pojazdach szynowych oraz innego sprzętu stosowanego w kolejnictwie.**

**Opracowano w ramach Zadania Celowego MRiRW na 2022 rok
– Zadanie 6.7. Doskonalenie techniki ochrony roślin – kierownik dr A. Godyń**

Wykonawcy:

prof. dr hab. P. Węgorek	- Instytut Ochrony Roślin – PIB
dr hab. J. Zamojska	- Instytut Ochrony Roślin – PIB
dr D. Dworzańska	- Instytut Ochrony Roślin – PIB
mgr W. Świechowski	- Instytut Ogrodnictwa – PIB, Zakład Agrotechnologii
dr hab. G. Doruchowski, prof. IO-PIB`	-Instytut Ogrodnictwa – PIB, Zakład Agrotechnologii

Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
Skierniewice 2022 r.

Spis treści

Rodzaj szkolenia / Temat szkolenia / Zagadnienie	Str.
Program szkolenia podstawowego	
Temat nr 5 - Zapobieganie negatywnemu wpływowi środków ochrony roślin na środowisko (135 min)	
5.1. Oddziaływanie środków ochrony roślin na organizmy pożyteczne, w szczególności pszczołę miodną – sposoby ograniczania ryzyka (45 min)	3
5.2. Zmiany zachodzące w środowisku na skutek stosowania środków ochrony roślin i sposoby ograniczania tych zmian (10 min)	4
5.3. Środki ochrony środowiska wodnego i wody pitnej (20 min)	5
a) zasady doboru środków ochrony roślin pod kątem wpływu na środowisko wodne i wodę pitną (10 min)	5
b) efektywne techniki stosowania środków ochrony roślin zapobiegające skażeniu wody (10 min)	6
5.4. Stosowanie środków ochrony roślin w strefach ochronnych ujęć wody oraz na terenie uzdrowisk (10 min)	10
5.5. Postępowanie z opryskiwaczem przed zabiegiem i po zabiegu wykonanym przy użyciu środków ochrony roślin (25 min)	14
5.6. Postępowanie ze środkami ochrony roślin i opróżnionymi opakowaniami po środkach ochrony roślin oraz pozostałościami cieczy użytkowej po zabiegu (25 min)	21

5.1. Oddziaływanie środków ochrony roślin na organizmy pożyteczne, w szczególności pszczołę miodną – sposoby ograniczania ryzyka

Czas omawiania: 45 min

Zespół opracowujący: prof. dr hab. P. Węgorek, dr hab. J. Zamojska, dr D. Dworżańska – IOR-PIB

Mechanizmy działania insektycydów według klasyfikacji IRAC – według tabeli; kolorem szarym oznaczono substancje wycofane

Odporność – 2 slajdy - zjawisko przynoszące wiele szkód w ochronie roślin, jeśli dotyczy szkodników, pasożytniczych lub chwastów, ale korzystne w przypadku organizmów pożytecznych.

Możliwe mechanizmy odporności pszczół – informacje na slajdzie

Wpływ środków ochrony roślin na pszczoły – informacje na slajdzie

Badanie toksyczności środków ochrony roślin oraz ich mieszanin dla pszczół jest absolutną podstawą dbania o bezpieczeństwo tych owadów zapylających. Należy jednak zwrócić szczególną uwagę na pokrewieństwo genetyczne pojedynczej rodziny pszczelej, które narzuca konieczność prowadzenia badań na różnych rodzinach, z różnych hodowli.

Badania nad toksycznością środków ochrony roślin prowadzone w IOR – PIB – 3 slajdy - Doświadczenia od 2009 roku prowadzone są w izolatorach polowych o wymiarach 1,5/5/1,8 każdy. Izolatory o drewnianej konstrukcji, przykryte przewiewnym materiałem przepuszczającym powietrze i światło, ustawiane są na plantacji rzepaku ozimego, na roślinach nie traktowanych chemicznie, na początku wegetacji wiosennej, w celu zapobieżenia uszkodzeń roślin przez szkodniki wiosenne rzepaku ozimego. W każdym izolatorze zostawiono 1 m² powierzchni bez roślin, aby umieścić w tym miejscu mały ul. Każdy ul był umieszczony na drewnianej konstrukcji o wysokości 80 cm. Ule z pszczołami włożono do izolatorów po zakwitnięciu roślin, na dzień przed zabiegiem opryskiwania, w celu aklimatyzacji. W trakcie zabiegów ule zostały wyjęte z izolatorów, a następnie włożone z powrotem. Zabiegi opryskiwania prowadzone są w godzinach wieczornych.

Obserwacje prowadzone w izolatorach i po zakończeniu doświadczeń w pasiece – informacje na slajdzie.

Wyniki badań nad toksycznością ostrą insektycydów dla pszczół, prowadzone w Instytucie Rothamstead Research w Anglii. LC50 – im wyższe, tym insektycyd bezpieczniejszy dla pszczół.

Wycinek z badań IOR – PIB w latach 2016 – 2022. Dla niektórych substancji czasem otrzymywano wyniki świadczące o ich toksyczności. Innym razem, były jednak korzystne. Świadczy to o tym, iż duży wpływ na toksyczność insektycydów dla pszczół, ma kondycja rodziny pszczelej. W badaniach IOR – PIB nigdy nie uzyskano jakichkolwiek oznak toksyczności acetamiprydu w formulacji SP dla pszczół. Substancję tą należy uznać za bezpieczną.

Wyniki z roku 2022 – 5 slajdów

Najważniejsze zalecenia uniwersalne – 2 slajdy – informacje na slajdach

Literatura

- Korbias M., Kozłowski J., Mrówczyński M., Tomalak M., Węgorek P., Beres P., Matysik K., Kaczyński P., Kierzek R., Piszczek J., Tratwal A., Drożdżyński D., Krawczyk R., Zamojska J., Baran M., Danielewicz J., Drzewiecki S., Dworzańska D., Filipiak A., Horoszkiewicz-Janka J., Jakubowska M., Jaskulska M., Kaczmarek S., Olejarski P., Pszczolińska K., Stępniewska-Jarosz S., Strażyński P., Hołodyńska-Kulas A., Jajor E., Kałuski T., Kubasik W., Nowacka A., Perczak A., Stobiecki T., Waleczek K., Luboiński A., Roik K., Rolnik J., Śliwiński W., Miklaszewska K., Gawlak M., Marczevska P., Pruciak A., Pukacka A., Rzepecka D. 2020. Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywności oraz ograniczania strat w plonach i zagrożeń dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska (M. Mrówczyński, red.). IOR-PIB w Poznaniu, 280 ss., ISBN 978-83-64655-71-5
- Węgorek P., Zamojska J., Dworzańska D. 2020. Strategia ochrony zapylaczy roślin oleistych i białkowych. Nasz rzepak. Informator Krajowego Zrzeszenie Producentów Rzepaku i Roślin Białkowych. 4 (57): 49–51
- Węgorek P., Zamojska J., Strażyński P., Nijak K., Kardasz P. 2021. Technologie produkcji rzepaku ozimego, a zachowane w równowadze organizmów pożytecznych ze szczególnym uwzględnieniem zapylaczy s. 136-151. [W]: Zwiększenie efektywności integrowanej ochrony rzepaku ozimego z założeniami Europejskiego Zielonego Ładu (Mrówczyński M, red.). Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa. ISBN 978-83-959757-5-2.
- Zamojska J., Dworzańska D., Węgorek P. 2022. Ryzyko zatrucia pszczoł insektycydami. Nowoczesna uprawa 11-12: 74-76.

5.2. Zmiany zachodzące w środowisku na skutek stosowania środków ochrony roślin i sposoby ograniczania tych zmian

Czas omawiania: 10 min

Zespół opracowujący: prof. dr hab. P. Węgorek, dr hab. J. Zamojska, dr D. Dworzańska – IOR-PIB

Intensywne rolnictwo – 2 slajdy – informacja na slajdach

Skutki intensywnej gospodarki rolnej przejawiające się w planach roślin – 1 slajd – wykres

Skutki intensywnej gospodarki rolnej dla środowiska – informacje na slajdzie, na zdjęciach kolejno – erozja wietrzna i wodna powodująca wymywanie cząstek gleby z nawozami i środkami ochrony roślin i ich przedostawanie się do wód, ostatnie zdjęcie – eutrofizacja

Integrowana ochrona roślin i dobra praktyka ochrony roślin – 3 slajdy - informacja na slajdzie

Zmiany klimatu jako istotny czynnik wpływający na bioróżnorodność – 2 slajdy

Konsekwencje zmian klimatu dla rozwoju szkodników – przykłady – 1 slajd

Sprzedaż insektycydów – 1 slajd - informacja na slajdzie

Dobór insektycydów w integrowanej ochronie roślin – 2 slajdy – informacja na slajdzie

Europejskie strategie ograniczania chemizacji w rolnictwie – 2 slajdy – informacja na slajdach

Literatura

- Metodyki ochrony roślin – www.iorpib.poznan.pl – Platforma Sygnalizacji Agrofagów

5.3. Środki ochrony środowiska wodnego i wody pitnej

5.3.a. Środki ochrony środowiska wodnego i wody pitnej: a) zasady doboru środków ochrony roślin pod kątem wpływu na środowisko wodne i wodę pitną,

Czas omawiania: 10 min

Zespół opracowujący: prof. dr hab. P. Węgorek, dr hab. J. Zamojska, dr D. Dworzańska – IOR-PIB

Konspekt wykładu.

Woda jest tym elementem środowiska, który jest najbardziej narażony na kumulację zanieczyszczeń organicznych, w tym środków ochrony roślin. Skupia ona środki ochrony roślin nanoszone na glebę podczas czynności obsługowych opryskiwacza (napętnianie, mycie, zagospodarowanie pozostałości), a następnie zmywane powierzchniowo do zbiorników i cieków wodnych lub przesiąkające w głąb profilu glebowego do wód podziemnych (zanieczyszczenia miejscowe), nanoszone bezpośrednio na wody powierzchniowe w wyniku znoszenia cieczy użytkowej podczas opryskiwania pól i plantacji, oraz wymywane z gleby wodą opadową (deszcz atmosferyczny i sztuczne deszczowanie) do wód powierzchniowych i podziemnych w efekcie spływu powierzchniowego, przesiąkania i drenażu (zanieczyszczenia obszarowe). W celu ograniczenia zanieczyszczenia wód i minimalizacji negatywnych skutków tego zanieczyszczenia środki ochrony roślin należy dobierać biorąc pod uwagę informacje dostępne na etykiecie lub w karcie charakterystyki produktu:

- szkodliwość substancji czynnych dla środowiska wodnego (toksyczność dla ryb i bezkręgowców wodnych)
- trwałość w środowisku (w glebie i wodzie)
- mobilność w glebie
- zalecane dawki

Do zabiegów ochronnych należy wybierać produkty o możliwie małej szkodliwości dla środowiska wodnego i zalecane do stosowania w możliwie najniższych dawkach. Na glebach lekkich, przepuszczalnych, o ubogim kompleksie sorpcyjnym, tj. małym udziale najdrobniejszej frakcji gleby, na którą składają się koloidy glebowe (minerały ilaste, próchnica, krzemionka koloidalna, wodorotlenki i tlenki żelaza i glinu) należy wybierać produkty o możliwie krótkiej trwałości w środowisku i małej mobilności.

Literatura

- DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów
- Ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2014 r. w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin
- Regulacje dotyczące ochrony środowiska wodnego: Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (Dz. U. poz. 1566, z późn. zm.)

5.3.b. Środki ochrony środowiska wodnego i wody pitnej: b) efektywne techniki stosowania środków ochrony roślin zapobiegające skażeniu wody

Czas omawiania: 10 min

Lider opracowania: mgr W. Świechowski

Konspekt wykładu.

Zapobieganie skażeniu wody podczas opryskiwania pól polega na stosowaniu precyzyjnych technik, ukierunkowanych na cel (np. opryskiwacze rzędowe, pasowe nanoszenie herbicydów, selektywne opryskiwanie z wykorzystaniem sonicznych, optycznych i wizyjnych systemów identyfikacji obiektów, zmienne dawkowanie z wykorzystaniem map aplikacji i satelitarnych systemów pozycjonowania), które minimalizują nanoszenie środków ochrony roślin na glebę oraz technik ograniczających znoszenie – TOZ (np. rozpylacze grubokropliste, np. eżektorowe, opryskiwacze polowe z pomocniczym strumieniem powietrza [PSP], opryskiwacze tunelowe, opryskiwacze sensorowe), które minimalizują straty cieczy poza obszar docelowy.

Należy podkreślić znaczenie właściwego planowania zabiegu, kalibracji opryskiwacza oraz doboru parametrów pracy opryskiwacza, które zapewniają precyzyjną realizację zabiegu przy najmniejszych możliwych stratach środków ochrony roślin (np. dawka cieczy, prędkość robocza, wysokość belki polowej, wydatek, kierunek i zakres działania pomocniczego strumienia powietrza, zakres działania rozpylaczy, typ i rozmiar rozpylaczy, ciśnienie cieczy).

Efektywne techniki stosowania środków ochrony roślin zapobiegające skażeniu wody

Zapobieganie skażeniu wody podczas opryskiwania pól polega na stosowaniu precyzyjnych technik, ukierunkowanych na cel:

- opryskiwacze rzędowe, pasowe, osłonowe
- selektywne opryskiwanie z wykorzystaniem sonicznych, optycznych i wizyjnych systemów identyfikacji obiektów
- zmienne dawkowanie z wykorzystaniem map aplikacji i satelitarnych systemów pozycjonowania
- techniki ograniczające znoszenie – TOZ (np. rozpylacze grubokropliste, np. eżektorowe, opryskiwacze polowe z pomocniczym strumieniem powietrza [PSP], opryskiwacze tunelowe, opryskiwacze sensorowe)

Opryskiwacze przeznaczone do upraw rzędowych (np. truskawki, warzywa) są wyposażone w układy rozpylaczy skierowanych bezpośrednio na rzędy upraw. Dlatego odległość od rozpylaczy do opryskiwanych roślin jest dużo mniejsza niż standardowe 50 cm w przypadku opryskiwaczy z płaską belką polową. Dzięki temu opryskiwacze rzędowe wydatnie ograniczają ryzyko znoszenia środków ochrony roślin. Istnieje również możliwość adaptacji do upraw rzędowych opryskiwaczy wyposażonych w klasyczną belkę polową poprzez montaż na belce rzędowego systemu opryskiwania typu DROPLEG z zamontowanymi na podwójnych korpusach typu TwinSprayCap rozpylaczami uderzeniowymi o kącie rozpylania 90°.

Opryskiwacze pasowe nanoszą środki ochrony roślin selektywnie, tzn. w pasach o odpowiedniej szerokości zamiast na całej powierzchni pola. Umożliwia to istotną redukcję zużywanej dawki środka ochrony oraz ograniczenie znoszenia. Znoszenie ograniczane jest również dzięki małej odległości rozpylaczy od opryskiwanych obiektów, częściowych osłon rozpylaczy oraz grubszych kropeł wytwarzanych przez rozpylacze pasowe. Zwykle współdziałają z siewnikami lub narzędziami do międzyrzędowego odchwaszczania, gdzie rozpylacze są przynajmniej częściowo osłonięte. Stosuje się w nich rozpylacze pasowe o równomiernym rozkładzie cieczy (typ E), o kącie rozpylania 60-90°.

Opryskiwacze osłonowe (multitunele) ograniczają znoszący wpływ wiatru na krople cieczy użytkowej. W każdym tunelu opryskującym jeden rząd roślin ciecz użytkowa jest emitowana z trzech do pięciu rozpylaczy wirowych lub płaskostrumieniowych w zależności od wersji opryskiwacza. Dzięki temu rośliny opryskiwane są z góry i z boków. Rozwiązanie to zapewnia dobrą penetrację roślin i

równomierność naniesienia cieczy, a regulacja szerokości oston pozwala precyzyjnie kierować cieczą na rząd opryskiwanych roślin.

Opryskiwacze z systemem identyfikacji roślin nanoszą środki ochrony roślin selektywnie, tzn. tylko na wykryte obiekty zamiast opryskiwania całej powierzchni pola. Umożliwia to istotną redukcję zużywanego środka ochrony oraz adekwatne ograniczenie znoszenia. Działanie systemu identyfikującego rośliny umożliwia czujnik optyczny (spektralny) o nazwie WeedSeeker, zintegrowany z zaworem odcinającym dopływ cieczy i rozpylaczem. Identyfikuje on obiekty o barwie zielonej na podstawie różnicy charakterystyki spektralnej światła odbitego od gleby i roślin zawierających chlorofil. Czujniki działające w zestawie kontrolują działanie rozpylaczy, które są włączane tylko nad roślinami.

Satelitarny system nawigacji zintegrowany z systemem kontroli pracy opryskiwacza umożliwia wykonywanie założonych operacji lub odpowiednią modyfikację parametrów zabiegu w momencie, gdy opryskiwacz znajduje się w określonym miejscu pola. Opryskiwacz z systemem nawigacji w szczególności pozwala na:

- automatyczne wyłączenie rozpylaczy na uwrociach, dokładnie na granicy pola
- automatyczne wyłączenie tych sekcji belki polowej lub rozpylaczy, które wykraczają poza granice pola
- tworzenie na bieżąco i wizualizację mapy naniesienia środka ochrony roślin i automatyczne wyłączenie tych sekcji belki polowej lub rozpylaczy, które w danej chwili znajdują się nad opryskanym wcześniej obszarem pola
- realizację niskoznoszeniowych scenariuszy zabiegów poprzez automatyczną zmianę parametrów pracy opryskiwacza podczas zbliżania się do obiektów wrażliwych lub granicy pola

Systemy automatycznej kontroli wysokości i geometrii belki pozwalają na utrzymanie jednakowej odległości rozpylaczy od opryskiwanych obiektów na całej długości belki polowej, szczególnie w terenie o zróżnicowanym profilu powierzchni pól (np. pagórki lub niecki). W ich skład wchodzi czujnik ultradźwiękowy mierzący odległość rozpylaczy od obiektów w kilku punktach belki, oraz szybko reagujący układ hydrauliki siłowej belki. Powoduje on natychmiastową regulację wysokości oraz odchylenia poszczególnych ramion belki w celu nadania jej geometrii odpowiadającej ukształtowi terenu. Dzięki temu system utrzymuje belkę na odpowiedniej wysokości nad opryskiwanymi roślinami, ograniczając w ten sposób ryzyko znoszenia środków ochrony roślin.

Natomiast odchylacze łanu są szczególnie przydatne podczas opryskiwania zbóż, w zabiegach wymagających głębokiej penetracji łanu. Urządzenie odchyła rośliny znajdujące się pod belką polową otwierając strumieniowi rozpylonej cieczy drogę do dolnych partii roślin. Przykładem tego typu rozwiązania jest urządzenie pod nazwą Släpduk, w którym elementy odchylające łan powiązane są z rozpylaczami. W Holandii jest ono sklasyfikowane jako technika ograniczająca znoszenie o 90% w przypadku opryskiwaczy wyposażonych w płaskostrumieniowe rozpylacze eżektorowe, oraz o 75% dla opryskiwaczy ze standardowymi rozpylaczami płaskostrumieniowymi.

Kolejną techniką zapobiegającą skażeniu wody to opryskiwacze polowe z pomocniczym strumieniem powietrza. Opryskiwacze te wyposażone są w wentylator oraz rękawy powietrzne, rozpraszające tłoczone powietrze wzdłuż belki polowej, powodując, że emitowany pomocniczy strumień powietrza przybiera formę kurtyny powietrznej. Strumień powietrza pełni tu rolę nośnika kropli cieczy, który przeciwdziała ich znoszeniu przez ruchy powietrza. Nadaje on kroplom dużą energię kinetyczną zdolną pokonać energię stosunkowo silnego wiatru oraz turbulencji powietrza, znacznie ograniczając wpływ czynników zewnętrznych na zachowanie kropli. Tego rodzaju technika opryskiwania umożliwia bezpieczne wykonywanie zabiegów w trudnych warunkach pogodowych, a więc przy wietrze o prędkości ponad 3 m/s. Tym samym otwiera szersze „okno zabiegowe”, tzn. daje więcej czasu na przeprowadzenie skutecznego i bezpiecznego zabiegu. Dodatkowym atutem jest możliwość znacznego zwiększenia wydajności pracy poprzez umożliwienie opryskiwania przy prędkościach roboczych, przekraczających 12 km/h. Pełne wykorzystanie możliwości strumienia powietrza i uzyskanie oczekiwanego efektu jest możliwe pod warunkiem odpowiedniej regulacji wydajności i kierunku jego działania. Podstawowe zasady regulacji kierunku strumienia powietrza:

- przy wietrze czołowym należy odchylić strumień powietrza do przodu.
- przy wietrze z tyłu należy odchylić strumień powietrza do tyłu.
- w przypadku wiatru wiejącego z boku w stosunku do kierunku jazdy lub podczas warunków bezwietrznych strumień powietrza powinien być skierowany pionowo lub do tyłu. Jedynie dla wysokich i wyjątkowo gęstych upraw (np. ziemniaki, warzywa) oraz dużych prędkości roboczych może zachodzić potrzeba skierowania strumienia powietrza do przodu w celu zapewnienia odpowiedniej penetracji kropeł cieczy w łanie roślin.

Techniki ograniczające znoszenie - TOZ, a dokładniej określone typy lub konkretne modele opryskiwaczy i rozpylaczy, pracujących przy określonych parametrach, są klasyfikowane pod względem możliwości ograniczania znoszenia środków ochrony roślin. Podstawą klasyfikacji opryskiwaczy są metodycznie przeprowadzane polowe pomiary znoszenia, a w przypadku rozpylaczy pomiary znoszenia wykonywane w tunelu aerodynamicznym lub pomiary wielkości kropeł. Stopień ograniczania znoszenia uzyskany przez klasyfikowane TOZ wyrażany jest w procentach. Dla użytkowników środków ochrony roślin stanowi on podstawę zmniejszania szerokości obowiązujących stref buforowych zgodnie z zapisami etykiety preparatu. Zdecydowaną większość pozycji na liście technik ograniczających znoszenie stanowią rozpylacze. Odpowiedni dobór rozpylaczy i parametrów pracy opryskiwacza umożliwia znaczną redukcję znoszenia np. zastosowanie rozpylaczy eżektorowych w opryskiwaczu rzędowym powoduje ograniczenie znoszenia o 90 %. Natomiast opryskiwacze PSP są w nielicznej grupie opryskiwaczy ograniczających znoszenie (redukcja znoszenia 75 % w porównaniu z techniką referencyjną), sklasyfikowanych na listach sprzętu do ochrony upraw polowych.

W uprawach sadowniczych osłony w formie ekranów lub tuneli istotnie ograniczają znoszące działanie wiatru na krople cieczy użytkowej penetrujące korony drzew lub krzewów. Opryskiwacze osłonowe obejmują trzy zasadnicze grupy sprzętu:

- opryskiwacze tunelowe
- opryskiwacze tunelowe wyposażone w lamellowe separatory kropeł
- opryskiwacze reflektorowe wyposażone w ekrany odbijające strumień rozpylonej cieczy

Opryskiwacze osłonowe produkowane są w wersji z tunelem bocznym lub na konstrukcji szczudłowej, jako jedno- lub wielorzędowe. Najczęściej wyposażone są w wentylatory (poprzeczne, promieniowe lub osiowe) z systemem rozprowadzenia i emisji powietrza, oraz układ recyrkulacji cieczy użytkowej, umożliwiający odzysk nienaniesionej cieczy i daleko idące oszczędności w zużyciu środków ochrony roślin. Stopień redukcji dawek środków ochrony roślin zależy od fazy fenologicznej i gęstości koron drzew lub krzewów. Bardzo duże możliwości ograniczania znoszenia środków ochrony roślin przez opryskiwacze osłonowe polegają na odzyskiwaniu cieczy użytkowej we wczesnych fazach rozwojowych, gdy gęstość koron drzew lub krzewów jest niewielka oraz odzyskiwaniu cieczy kierowanej pod i nad koronami drzew lub krzewów. Podczas planowania zabiegu z użyciem opryskiwacza osłonowego z systemem recyrkulacji cieczy użytkowej należy uwzględnić odzysk cieczy. Stopień recyrkulacji jest trudny do przewidzenia przed zabiegiem, dlatego po zużyciu pierwszego zbiornika cieczy należy obliczyć faktycznie stosowaną dawkę i oszacować potrzebną ilość cieczy na pozostałą powierzchnię opryskiwanego sadu lub plantacji upraw jagodowych.

Kolejna technika to opryskiwacze z systemem identyfikacji drzew, która pozwala nanosić środki ochrony roślin selektywnie, tzn. ich rozpylacze włączają się automatycznie przed drzewami i wyłączają w przerwach między nimi. Nanoszenie cieczy tylko na wykryte przez czujniki obiekty umożliwia istotną redukcję zużywanej dawki środka ochrony oraz adekwatne ograniczenie znoszenia. Do identyfikacji drzew w sadach stosuje się czujniki ultradźwiękowe i optyczne. Podczas przejazdu opryskiwacza czujniki pojedyncze lub w zestawach (2 lub 3 czujniki umieszczone na różnych wysokościach) skanują rząd drzew i kontrolują działanie rozpylaczy, które włączają się tylko przed obiektami do opryskiwania. Ta technika umożliwia precyzyjne nanoszenie środków ochrony roślin i oszczędność środków ochrony roślin sięgającą 50% oraz ograniczenie znoszenia o 75%.

Regulacja wydatku, zakresu i kierunku pomocniczego strumienia powietrza w klasycznych opryskiwaczach sadowniczych daje bardzo duże możliwości ograniczenia skażenia zbiorników lub

cieków wodnych podczas zabiegów ochrony roślin. Wydatek strumienia powietrza powinien być wyregulowany odpowiednio do fazy fenologicznej drzew lub krzewów i związanej z nią wielkości i gęstości ulistnienia roślin oraz powinien uwzględniać warunki pogodowe, w tym szczególnie prędkość wiatru. Ogólna zasada mówi, że im większa objętość i gęstość koron oraz im silniejszy wiatr tym strumień powietrza powinien mieć większy wydatek. Ostatecznym sprawdzianem poprawności regulacji strumienia powietrza jest ilość cieczy przedmuchiwanej przez drzewa, obserwowana w sąsiednim międzyrzędziu. Po drugiej stronie rzędu drzew lub krzewów strumień kropeł powinien pojawiać się sporadycznie i być ledwie widoczny. Współczesne opryskiwacze stwarzają co najmniej podwójną możliwość regulacji wydatku strumienia powietrza. Pierwsza polega na zmianie kąta ustawienia łopat wirnika w wentylatorze osiowym. Im kąt łopat w stosunku do płaszczyzny prostopadłej do osi wirnika jest większy tym większa jest wydajność wentylatora i tym samym zwiększa się wydatek strumienia powietrza. Drugi sposób, który dotyczy także wentylatorów promieniowych polega na zmianie obrotów wirnika poprzez zmianę biegu przekładni napędowej wentylatora. Przekładnia posiada zwykle dwa biegi, a zmiana z niższego na wyższy powoduje wzrost wydatku powietrza o ok. 20 do 30%. W przypadku braku sprzętowych możliwości ograniczenia wydatku strumienia powietrza pozostaje możliwość zmniejszenia obrotów wentylatora poprzez obniżenie obrotów WOM. Zakres i kierunek strumienia powietrza można regulować w opryskiwaczach:

- deflektorowych z odchylanymi kierownicami powietrza
- deflektorowych z ustawną szczeliną wylotową powietrza
- z wentylatorami poprzecznymi
- z wentylatorami promieniowymi i indywidualnie ustawionymi wylotami powietrza

Ograniczanie znoszenia ma szczególne znaczenie w sąsiedztwie obszarów lub obiektów wrażliwych, czyli miejsc podlegających szczególnej ochronie przed zanieczyszczeniem środkami ochrony roślin. Zbliżając się do tych miejsc należy stosować niskoznoszeniowe scenariusze zabiegów polegające na zmianie rozpylaczy lub parametrów pracy opryskiwacza. Typowym miejscem stosowania scenariuszy niskoznoszeniowych jest obrzeże sadu, tzn. trzy do pięciu skrajnych rzędów drzew. Badania naukowe wskazują, że 99% znoszonej poza sad cieczy pochodzi z opryskiwania pięciu skrajnych rzędów. Dlatego zastosowanie technik ograniczających znoszenie w tym fragmencie sadu ma największe znaczenie dla ochrony obszarów wrażliwych np. cieków wodnych znajdujących się w jego sąsiedztwie. Zbiegi w sąsiedztwie obszarów wrażliwych należy wykonywać przy:

- użyciu grubych i bardzo grubych kropeł
- obniżonej prędkości roboczej do 5,0 km/godz.
- jednostronnym opryskiwaniu od 3 do 5 skrajnych rzędów drzew
- zredukowanym wydatku strumienia powietrza
- stosowaniu możliwie niskiego ciśnienia cieczy

Zamontowanie rozpylaczy eżektorowych na klasycznym opryskiwaczu wyposażonym w deflektor podczas realizacji scenariusza antyznoszeniowego pozwala na 50 % redukcję znoszenia środków ochrony roślin.

Planowanie zabiegu jest czynnością, która ma na celu dochowanie wymogów prawnych związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin. Dlatego przed przystąpieniem do zabiegu należy zapoznać się z zamieszczoną na etykiecie środka instrukcją jego stosowania. W przypadku środków stwarzających zagrożenie dla środowiska etykieta zawiera informacje dotyczące zachowania obowiązkowych stref buforowych w celu ochrony obszarów wrażliwych przed zanieczyszczeniem w wyniku znoszenia. Dlatego planując zabieg:

- obserwuj prognozy pogody
- zwróć szczególną uwagę na prędkość i kierunek wiatru oraz temperaturę i wilgotność powietrza
- planuj zabiegi w porze najbardziej sprzyjającej pogody, zwykle wieczorem, przy małej prędkości wiatru (poniżej 2 m/s)

Ponadto:

- **Nie opryskuj gdy prędkość wiatru przekracza 4 m/s !** (wiatr jest najistotniejszym czynnikiem wpływającym negatywnie na znoszenie środków ochrony roślin, i dodatkowo zakłócającym proces nanoszenia cieczy użytkowej na rośliny)
- **Nie opryskuj gdy temperatura przekracza 25°C !** (wysoka temperatura powoduje odparowanie kropeł i wznoszące ruchy powietrza)
- **Nie opryskuj gdy wilgotność jest poniżej 40% !** (niska wilgotność powoduje szybkie odparowanie drobnych kropeł)

Kalibracja opryskiwacza powinna uwzględniać zasady dobrej praktyki, tzn. prowadzić do określenia parametrów zabiegu tak, aby umożliwić precyzyjne i bezpieczne stosowanie środków ochrony roślin. Obejmuje ona dobór rozpylaczy i ciśnienia cieczy, regulacji parametrów strumienia powietrza oraz prędkości roboczej opryskiwacza odpowiednio do warunków pogodowych i charakterystyki upraw w celu minimalizacji ryzyka skażenia środkami ochrony roślin zbiorników i cieków wodnych. Dlatego już na etapie kalibracji należy uwzględnić środki techniczne i parametry pracy opryskiwacza:

- typ i rozmiar rozpylaczy (np. eżektorowe redukcja znoszenia o 50 – 90 %)
- prędkość robocza (niższa prędkość ogranicza znoszenie)
- wydatek, kierunek i zakres działania pomocniczego strumienia powietrza
- zakres działania rozpylaczy
- ciśnienie cieczy (wysokie ciśnienie – większy udział kropeł drobnych < 100 µm)

Literatura

- Doruchowski, G., Hołownicki, R., Godyń, A. 2013. Poradnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin. Zapobieganie zanieczyszczeniu wody w wyniku znoszenia środków ochrony roślin. IO Skierniewice 2013, ISBN: 978-83-60573-68-6. ss. 104. (<http://arc.inhort.pl/projekty-badawcze/inne-projekty-badawcze-w-ramach-wspolpracy-miedzynarodowej/projekt-topps-prowadis>)
- Doruchowski, G., Hołownicki, R., Świechowski, W., Godyń, A. 2020. DOBRA PRAKTYKA. Metody ograniczania znoszenia środków ochrony roślin w uprawach sadowniczych. IO Skierniewice 2020, ISBN: 978-83-65903-90-7. ss. 56. (<http://arc.inhort.pl/serwis-ochrony-roslin/technika-ochrony-roslin/dobra-praktyka-stosowania-srodkow-ochrony-roslin>)
- Bielasik-Rosińska, M., Maciaszek, D., Kondzielski, I. 2017. Dobra Praktyka ograniczania zanieczyszczenia wód powierzchniowych środkami ochrony roślin w wyniku sptywu powierzchniowego i erozji. IOŚ-PIB Warszawa 2017, ss. 104. (<http://arc.inhort.pl/projekty-badawcze/inne-projekty-badawcze-w-ramach-wspolpracy-miedzynarodowej/projekt-topps-prowadis>)
- Brown, C., Dyson, J., Ferrero, A., Kubiak, R., Laabs, V., Marks-Perreau, J., Real, B., Roettele, M., Sur, R., Trapp, M. 2019. Drenaż + Wymywanie. Dobre Praktyki w celu ograniczenia zanieczyszczenia wody środkami ochrony roślin w wyniku drenażu i wymywania. (Tł. Doruchowski, G.) IO Skierniewice, 2019, ISBN 978-83-65903-27-3, ss. 74. (<http://arc.inhort.pl/projekty-badawcze/inne-projekty-badawcze-w-ramach-wspolpracy-miedzynarodowej/projekt-topps-prowadis>)

5.4. Stosowanie środków ochrony roślin w strefach ochronnych ujęć wody oraz na terenie uzdrowisk

Czas omawiania: 10 min

Lider opracowania: mgr W. Świechowski

Konspekt wykładu.

Stosowanie środków ochrony roślin w strefach ochronnych ujęć wody. Należy zdefiniować i wyjaśnić pojęcia stref ochronnych ujęć wody (teren ochrony bezpośredniej i teren ochrony pośredniej) oraz obszarów ochronnych zbiorników wód śródlądowych w rozumieniu ustawy Prawo wodne oraz

tryb ich ustalania i sposób oznakowania (Rozdz. 6 ustawy). Poinformować o zakazie stosowania środków ochrony roślin i wszelkich działań z tym związanych na terenach ochrony bezpośredniej stref ochronnych ujęć wody, a także możliwych ograniczeniach ich stosowania, mycia opryskiwaczy i składowania opakowań po środkach ochrony roślin na terenach ochrony pośredniej stref ochronnych ujęć wody (Art. 130 ustawy) oraz na obszarach ochronnych (Art. 140 ustawy).

Stosowanie środków ochrony roślin na terenie uzdrowisk. Omówić sposób oznakowania środków ochrony roślin stwarzających zagrożenie dla zdrowia człowieka – piktogramy GHS (patrz: rozporządzenie PEiR nr 1272/2008, Zał. nr 1 – Część 3: Zagrożenia dla zdrowia: tabela 3.1.3 [toksyczność ostra], tabele 3.2.5 i 3.3.5 [działanie żrące/drażniące], tabele 3.4.7, 3.5.3, 3.6.3 i 3.7.3, [działanie uczulające, mutagenne, rakotwórcze i szkodliwe na rozrodczość])

Poinformować o zakazie stosowania środków ochrony roślin które zostały zgodnie z przepisami rozporządzenia nr 1272/2008 zaklasyfikowane jako stwarzające zagrożenie dla zdrowia człowieka, na terenach uzdrowisk i innych obiektów w myśl ustawy o środkach ochrony roślin (Art. 36, ust. 1 ustawy) i zasadach dopuszczenia ich stosowania w określonych przypadkach (Art. 36, ust. 2 ustawy).

5.4.1. Stosowanie środków ochrony roślin w strefach ochronnych ujęć wody

W celu zapewnienia odpowiedniej jakości wód ujmowanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia przez ludzi oraz zaopatrzenia zakładów wymagających wody wysokiej jakości, a także ochronie zasobów wodnych na podstawie art. 120 Ustawy prawo wodne – tekst jednolity (Dz.U. 2022 poz. 2625) wyznacza się strefy ochronne ujęć wody oraz obszary ochronne zbiorników wód śródlądowych. Strefa ochronna to obszar, na którym obowiązują nakazy, zakazy i ograniczenia w zakresie użytkowania gruntów oraz korzystania z wód i obejmują wyłącznie teren ochrony bezpośredniej lub teren ochrony pośredniej i teren ochrony pośredniej (art. 121 Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625). Strefę ochronną obejmującą wyłącznie teren ochrony bezpośredniej ustanawia się dla każdego ujęcia wody z urzędu w drodze decyzji przez właściwy organ Wód Polskich (art. 121, 133, 135 Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625). Teren ochrony pośredniej ujęcia wód podziemnych obejmuje obszar zasilania ujęcia wody i wyznacza się go na podstawie ustaleń zawartych w dokumentacji hydrogeologicznej oraz na podstawie analizy ryzyka obejmującej ocenę zagrożeń zdrowotnych tego ujęcia. Strefę ochronną ujęcia wód powierzchniowych wyznacza się na podstawie ustaleń zawartych w dokumentacji hydrologicznej tego ujęcia, natomiast strefa ochronna ujęcia wody z potoku górskiego lub z górnego biegu rzeki może obejmować całą zlewnię cieku powyżej ujęcia wody. Strefę ochronną obejmującą teren ochrony bezpośredniej oraz teren ochrony pośredniej ustanawia wojewoda w drodze aktu prawa lokalnego (art. 123, 135 Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625).

Teren ochrony bezpośredniej musi być ogrodzony, a jego granice przebiegające przez wody powierzchniowe oznacza się za pomocą rozmieszczonych w widocznych miejscach stałych znaków stojących lub pływających. Na ogrodzeniu oraz znakach umieszczone są tablice zawierające informację o ustanowieniu strefy ochronnej i zakazie wstępu osób nieupoważnionych (art. 129 Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625). Ponadto na terenach ochrony bezpośredniej zakazane jest użytkowanie gruntów do celów niezwiązanych z eksploatacją ujęcia wody (art. 127 Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625). Natomiast granice terenu ochrony pośredniej oznaczone są w punktach przecięcia się granic ze szlakami komunikacyjnymi oraz w innych charakterystycznych punktach terenu, tablic zawierających informacje o ustanowieniu strefy ochronnej (art. 125 Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625). Slajd nr 7 przedstawia schemat obszaru ochronnego ujęcia wody złożonego z terenu ochrony bezpośredniej, którego granice oznaczono kolorem czerwonym oraz terenu ochrony pośredniej z granicami oznaczonymi kolorem zielonym. Na terenie ochrony bezpośredniej widoczne są studnie głębinowe, natomiast na terenie ochrony pośredniej znajduje się obszar zasilania ujęcia wody tzn. stacje pomp i uzdatniania wody.

Na podstawie art. 130 (Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625) na terenie ochrony pośredniej może być zakazane lub ograniczone wykonywanie robót lub czynności powodujących zmniejszenie przydatności ujmowanej wody lub wydajności ujęcia, obejmujących:

- 1) wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi
- 2) rolnicze wykorzystanie ścieków
- 3) przechowywanie lub składowanie odpadów promieniotwórczych
- 4) stosowanie nawozów oraz środków ochrony roślin
- 5) budowę nowych dróg, linii kolejowych, lotnisk lub lądowisk
- 6) wykonywanie urządzeń melioracji wodnych oraz wykopów ziemnych
- 7) lokalizowanie zakładów przemysłowych oraz ferm chowu lub hodowli zwierząt
- 8) lokalizowanie magazynów produktów ropopochodnych oraz innych substancji, a także rurociągów do ich transportu
- 9) lokalizowanie składowisk odpadów niebezpiecznych, innych niż niebezpieczne i obojętne oraz obojętnych
- 10) mycie pojazdów mechanicznych
- 11) urządzenie parkingów, obozowisk oraz kąpielisk i miejsc okazjonalnie wykorzystywanych do kąpieli
- 12) lokalizowanie nowych ujęć wody
- 13) lokalizowanie cmentarzy oraz grzebanie martwych zwierząt
- 14) wydobywanie kopalin
- 15) wykonywanie odwodnień budowlanych lub górniczych
- 16) lokalizowanie budynków mieszkalnych oraz obiektów budowlanych związanych z turystyką
- 17) używanie statków powietrznych do przeprowadzania zabiegów rolniczych
- 18) urządzenie przyrzędów kiszonkowych
- 19) chów lub hodowlę ryb, ich dokarmianie lub zanęcanie
- 20) pojenie oraz wypasanie zwierząt
- 21) wydobywanie kamienia, żwiru, piasku oraz innych materiałów, a także wycinanie roślin z wód lub brzegu
- 22) uprawianie sportów wodnych
- 23) użytkowanie statków o napędzie spalinowym
- 24) lokalizowanie nowych przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko
- 25) składowanie opakowań po nawozach i środkach ochrony roślin
- 26) stosowanie i składowanie chemicznych środków zimowego utrzymania dróg

Decyzję o wprowadzeniu zakazów i ograniczeń, o których jest mowa w art. 130 podejmuje wojewoda ustanawiając strefę ochronną obejmującą teren ochrony bezpośredniej i pośredniej ujęcia wody (art. 137 Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625).

Obszary ochronne to ustanowione obszary, na których obowiązują zakazy oraz ograniczenia w zakresie użytkowania gruntów lub korzystania z wód, w celu ochrony zasobów tych wód przed degradacją (art. 139 Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625). Wojewoda, na wniosek Wód Polskich, ustanawia obszar ochronny, w drodze aktu prawa miejscowego, wskazując ograniczenia lub zakazy dotyczące użytkowania gruntów oraz korzystania z wód na terenie obszaru ochronnego oraz granice tego obszaru (art. 141 Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625). Na obszarach ochronnych może być zakazane lub ograniczone (art. 140 Ustawa prawo wodne, Dz.U. 2022 poz. 2625) wykonywanie robót lub czynności, które mogą spowodować trwałe zanieczyszczenie gruntów lub wód, obejmujących:

- 1) wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi
- 2) rolnicze wykorzystanie ścieków
- 3) przechowywanie lub składowanie odpadów promieniotwórczych
- 4) stosowanie nawozów oraz środków ochrony roślin
- 5) budowę nowych dróg, linii kolejowych, lotnisk lub lądowisk
- 6) lokalizowanie zakładów przemysłowych oraz ferm chowu lub hodowli zwierząt
- 7) lokalizowanie magazynów produktów ropopochodnych oraz innych substancji, a także rurociągów do ich transportu
- 8) lokalizowanie składowisk odpadów niebezpiecznych, innych niż niebezpieczne i obojętne oraz obojętnych

- 9) mycie pojazdów mechanicznych
- 10) urządzenie parkingów, obozowisk oraz kąpielisk i miejsc okazjonalnie wykorzystywanych do kąpeli
- 11) lokalizowanie cmentarzy oraz grzebanie martwych zwierząt
- 12) wydobywanie kopalin
- 13) wykonywanie odwodnień budowlanych lub górniczych
- 14) **używanie statków powietrznych do przeprowadzania zabiegów rolniczych;**
- 15) urządzenie przyzmk kiszonkowych
- 16) chów lub hodowlę ryb, ich dokarmianie lub zanęcanie
- 17) lokalizowanie nowych przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko
- 18) **składowanie opakowań po nawozach i środkach ochrony roślin**
- 19) stosowanie i składowanie chemicznych środków zimowego utrzymania dróg

5.4.2. Stosowanie środków ochrony roślin na terenie uzdrowisk

Na podstawie artykułu 36, ust. 1 ustawy o środkach ochrony roślin (Dz.U. 2020 poz. 2097) zabrania się stosowania środków ochrony roślin, które zostały zgodnie z przepisami rozporządzenia nr 1272/2008 zaklasyfikowane jako stwarzające zagrożenie dla zdrowia człowieka, na terenach:

- 1) placów zabaw
- 2) żłobków
- 3) przedszkoli
- 4) szkół podstawowych
- 5) szpitali
- 6) stref ochronnych „A” wydzielonych na obszarach uzdrowisk lub obszarach ochrony uzdrowiskowej w rozumieniu przepisów o lecznictwie uzdrowiskowym
- 7) uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych

W drodze decyzji wojewódzki inspektor ochrony roślin i nasiennictwa zezwala i określa warunki stosowania środka ochrony roślin, który został zgodnie z przepisami rozporządzenia nr 1272/2008 (rozporządzenie PUIR nr 1272.2008 w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, Dz.U. L 353 z 31.12.2008) zaklasyfikowany jako stwarzający zagrożenie dla zdrowia człowieka, na wymienionych wcześniej terenach (art. 36, ust. 2 i 3, Dz.U. 2020 poz. 2097), w przypadku:

- 1) wystąpienia organizmów kwarantannowych
- 2) zagrożenia przez organizmy szkodliwe pomników przyrody lub zespołów przyrodniczo-krajobrazowych w rozumieniu przepisów o ochronie przyrody
- 3) stwierdzenia występowania roślin stwarzających zagrożenie dla zdrowia ludzi
- 4) wystąpienia organizmów szkodliwych dla roślin lub produktów roślinnych, których zwalczanie metodami niechemicznymi jest nieuzasadnione ekonomicznie lub nieskuteczne

Ponadto zgodnie z artykułem 36, ust. 4, ustawy o środkach ochrony roślin zabrania się stosowania przez użytkowników nieprofesjonalnych w formie oprysku lub fumigacji, a także wykorzystywania do zaprawiania nasion, środków ochrony roślin zaklasyfikowanych zgodnie z przepisami rozporządzenia nr 1272/2008 do co najmniej jednej z poniższych klas i kategorii zagrożenia:

- 1) toksyczność ostra kategoria 1, 2 i 3
- 2) działanie rakotwórcze
- 3) działanie mutagenne
- 4) działanie szkodliwe na rozrodczość
- 5) działanie toksyczne na narządy docelowe po narażeniu jednorazowym kategoria 1
- 6) działanie toksyczne na narządy docelowe po narażeniu powtarzanym kategoria 1

Na kolejnych slajdach (od 14 do 17) przedstawiony jest sposób oznakowania środków ochrony roślin stwarzających zagrożenie dla zdrowia człowieka – piktogramy GHS (rozporządzenie PUIR nr 1272/2008, Zał. nr 1 – Część 3: Zagrożenia dla zdrowia). Tabele przedstawiają obowiązujące

piktogramy GHS umieszczane na środkach ochrony roślin w zależności od rodzaju zagrożenia i klasyfikacji, hasło ostrzegawcze i zwrot określający zagrożenie:

- 1) tabela 3.1.3 - elementy oznakowania dla toksyczności ostrej
- 2) tabela 3.2.5 - elementy oznakowania dla działania żrącego/drażniącego na skórę
- 3) tabela 3.3.5 - elementy oznakowania dla poważnego uszkodzenia oczu/działania drażniącego na oczy
- 4) tabela 3.4.7 - elementy oznakowania dla działania uczulającego na drogi oddechowe lub skórę
- 5) tabela 3.5.3 - elementy oznakowania dla działania mutagennego na komórki rozrodcze
- 6) tabela 3.6.3 - elementy oznakowania dla działania rakotwórczego
- 7) tabela 3.7.3 - elementy oznakowania dla działania szkodliwego na rozrodczość

Literatura

- Ustawa Prawo wodne – tekst ujednoczony (Dz.U. 2021 poz. 624)
- Ustawa o środkach ochrony roślin – tekst ujednoczony (Dz.U. 2020 poz. 2097)
- Rozporządzenie PEiR nr 1272/2008 w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (Dz.U. L 353 z 31.12.2008)

5.5. Postępowanie z opryskiwaczem przed zabiegiem i po zabiegu wykonanym przy użyciu środków ochrony roślin

Czas omawiania: 25 min

Lider opracowania: mgr W. Świechowski

Konspekt wykładu.

Postępowanie podczas sporządzania cieczy użytkowej przed zabiegiem oraz podczas mycia opryskiwacza po zabiegu objęte jest przepisami prawa, które określają m.in. minimalne odległości jakie należy zachować między miejscami przeprowadzania tych czynności a studniami, ujęciami wody oraz zbiornikami i ciekami wodnymi. Należy przytoczyć odpowiednie przepisy rozporządzenia MRiRW w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (§3 i §5). Zasady postępowania wynikające z przepisów prawa należy uzupełnić o zalecenia dobrej praktyki podczas napełniania opryskiwacza (np. sporządzanie cieczy użytkowej na polu lub na nieprzepuszczalnym podłożu z możliwością zbierania ewentualnych wycieków, korzystanie z rozwadniaczy preparatów lub systemów hermetycznego wprowadzania środków ochrony roślin [np. EasyFlow, EasyConnect], uzupełnianie wody w zbiorniku opryskiwacza z pośredniego zbiornika wody lub z wykorzystaniem automatycznych, programowanych systemów poboru wody) i mycia sprzętu ochrony roślin (np. trzykrotne płukanie zbiornika i instalacji cieczowej opryskiwacza, wykorzystanie dodatkowych zbiorników na czystą wodę i ciśnieniowych urządzeń do płukania zbiornika lub automatycznych, programowanych systemów płukania instalacji cieczowej; wykorzystanie systemów płukania instalacji w trybie ciągłym; stosowanie odpowiednich środków do czyszczenia sprzętu ochrony roślin; mycie zewnętrzne bezpośrednio po zakończeniu zabiegu, na polu lub na stanowisku o nieprzepuszczalnym podłożu z możliwością zbierania zanieczyszczonej wody; stosowanie myjek ciśnieniowych do mycia zewnętrznego) oraz sposobu zagospodarowania zanieczyszczonej wody po myciu (np. neutralizacja z wykorzystaniem systemów bioremediacyjnych lub dehydratacyjnych).

5.5.1. Postępowanie z opryskiwaczem przed zabiegiem

Zaplanowanie i przygotowanie zabiegu z użyciem środków ochrony roślin pozwala uniknąć wielu problemów w polu oraz gwarantuje odpowiednią skuteczność biologiczną chronionych upraw.

Zakres działań dotyczących planowania jest szeroki i obejmuje różne rodzaje uwarunkowań przeprowadzenia zabiegu ochrony roślin:

- wymagania formalne – inspekcja opryskiwacza, szkolenia operatora
- uwarunkowania techniczne – rodzaj i typ opryskiwacza, kalibracja
- warunki środowiskowe – pogoda, ukształtowanie i charakter terenu.

W szczególności odpowiedni stan techniczny opryskiwacza oraz jego staranna kalibracja umożliwiają racjonalne wykorzystanie środków ochrony roślin oraz pozwala ograniczyć do niezbędnego minimum pozostałości cieczy użytkowej w zbiorniku opryskiwacza po wykonanym zabiegu.

Bezpośrednio przed wykonaniem zabiegu ochrony należy wykonać szereg czynności związanych z przygotowaniem cieczy użytkowej i napełnieniem opryskiwacza. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin §3 (Dz.U. 2013, poz. 625) sporządzenie cieczy użytkowej należy przeprowadzać w sposób ograniczający ryzyko skażenia:

- wód powierzchniowych i podziemnych
- gruntu w tym na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego
- w odległości nie mniejszej niż 20 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych

Dlatego przygotowanie cieczy użytkowej należy przeprowadzać w starannie wybranym miejscu, z zachowaniem szczególnej ostrożności. Konieczność ta wynika z faktu, że wszelkie operacje związane z napełnianiem opryskiwacza prowadzone są ze środkiem ochrony roślin w jego największym stężeniu. Każde rozproszenie preparatu w takiej postaci jest powodem poważnego zanieczyszczenia miejscowego oraz narażeniem operatora. Ponadto bez troski obchodzenie się ze środkami ochrony roślin podczas przygotowania cieczy użytkowej może doprowadzić nie tylko do poważnego skażenia gleby, ale również do skażenia wód gruntowych i powierzchniowych. Tylko 2 ml 50 % koncentratu środków ochrony roślin może stanowić realne zagrożenie dla zbiornika wody o powierzchni 1 ha i głębokości 1 m, gdyż dopuszczalne skażenie dla pojedynczej substancji biologicznie czynnej wynosi 0,1 µg/l, natomiast dla mieszaniny substancji biologicznie czynnych 0,5 µg/l wody.

Zgodnie z zasadami dobrej praktyki ochrony roślin sporządzając ciecz użytkową i napełniając opryskiwacz należy starannie wybrać bezpieczne miejsce i przestrzegać następujących zasad:

- nie sporządzaj cieczy użytkowej i nie napełniaj opryskiwacza w pobliżu cieków wodnych i studni
- nie lokalizuj miejsc napełniania opryskiwacza w pobliżu obszarów wrażliwych
- nigdy nie napełniaj opryskiwacza bezpośrednio ze studni
- do sporządzania cieczy użytkowej wykorzystuj rozwadniacze preparatów, będące na wyposażeniu opryskiwacza lub urządzenia zewnętrzne, działające niezależnie
- sporządzanie cieczy i napełnianie opryskiwacza przeprowadzaj w bezpiecznej odległości, min. 20 m, od studni, zbiorników i cieków wodnych, studzienek kanalizacyjnych oraz obszarów wrażliwych na zanieczyszczenia
- sporządzanie cieczy i napełnianie opryskiwacza przeprowadzaj na podłożu nieprzepuszczalnym lub wykazującym aktywność biologiczną (np. stanowisko BIOBED)

Ponadto sporządzając ciecz użytkową zachowaj szczególną ostrożność:

- stosuj tylko zalecane i dopuszczone do stosowania mieszaniny środków ochrony roślin
- unikaj sporządzania cieczy użytkowej z nadwyżką ponad faktycznie wymaganą objętość
- do odmierzania środków ochrony roślin stosuj przeznaczone do tego celu urządzenia pomiarowe
- zapobiegaj zanieczyszczeniu miejsc napełniania opryskiwacza przez unikanie pylenia, rozpryskiwania i rozlewania środków ochrony roślin podczas ich rozwadniania
- środki ochrony roślin wprowadzaj do zbiornika jeśli jest on przynajmniej w połowie wypełniony wodą (lub zawiera połowę zamierzonej objętości cieczy)
- nie dopuszczaj do przepełnienia zbiornika lub wyptywania piany podczas napełniania zbiornika wodą
- rozwadnianie środków ochrony roślin, napełnianie opryskiwacza i płukanie opakowań wykonuj z wykorzystaniem odpowiedniego sprzętu

- w momencie otwierania nie uszkodzaj opakowań środków ochrony roślin
- zamknij opakowanie natychmiast po pobraniu żądanej ilości preparatu
- opakowania i ich zamknięcia płucz natychmiast po opróżnieniu, a popłuczyny wlej do zbiornika opryskiwacza

W kwestii metod napełniania opryskiwacza należy się kierować ogólnymi zaleceniami zamieszczonymi na etykiecie środków ochrony roślin oraz szczegółowymi zasadami dobrej praktyki, uwzględniającymi wykorzystanie infrastruktury gospodarstw i wyposażenia opryskiwaczy. Instrukcje na etykietach środków ochrony roślin są w dużej mierze ujednolicone i znajdują się w rozdziale etykiety zatytułowanym „SPORZĄDZANIE CIECZY UŻYTKOWEJ”. Zwykle sprowadzają się one do następującego zestawu zaleceń:

- przed przystąpieniem do sporządzania cieczy użytkowej dokładnie ustalić potrzebną jej ilość
- ciecz użytkową sporządzić bezpośrednio przed zastosowaniem
- sporządzoną w zbiorniku opryskiwacza ciecz użytkową niezwłocznie zużyć

Ze względu na konieczną skrótość etykietowych instrukcji zacytowane zalecenia mają charakter ogólny, umożliwiając ich zastosowanie przy podstawowym poziomie wyposażenia gospodarstwa, a więc przy braku specjalnych środków technicznych minimalizujących ryzyko dla operatora i środowiska podczas napełniania opryskiwacza.

Sporządzanie cieczy użytkowej w gospodarstwie i na dodatek stale w tym samym miejscu jest czynnością obciążoną dużym ryzykiem powstania skażeń miejscowych, a przesiąkające w głąb profilu glebowego środki ochrony roślin mogą spowodować skażenie wód podziemnych oraz cieków wodnych. Rozlanie lub rozsypanie nawet niewielkiej ilości skoncentrowanego ś.o.r. podczas otwierania opakowania może doprowadzić do poważnych w skutkach skażeń miejscowych. Najbezpieczniejszym miejscem na napełnianie opryskiwacza jest stanowisko bioremediacyjne BIOBED ze wzbogaconym w materiał organiczny biologicznie aktywnym podłożem, w którym rozcieńczone substancje czynne środków ochrony roślin ulegają przyspieszonej biodegradacji. Najlepiej gdy, stanowisko BIOBED jest zintegrowane z pośrednim zbiornikiem wody do szybkiego napełniania opryskiwacza. Alternatywą dla stanowisk BIOBED są stanowiska do mycia opryskiwaczy, o nieprzepuszczalnym podłożu, z możliwością zbierania zanieczyszczonej wody lub przynajmniej powstrzymania jej przed rozprzestrzenianiem się poza stanowisko. Dobrym i trwałym rozwiązaniem jest betonowa płyta z podniesionym obrzeżem i spływem do kratki ściekowej, odprowadzającej zanieczyszczoną wodę do studzienki separacyjnej na części stałe i produkty ropopochodne. Ze studzienki woda kierowana jest do zbiornika buforowego i dalej do neutralizacji zawartych w niej środków ochrony roślin, np. w procesie biodegradacji. Funkcję tę dobrze spełniają także wykonane z laminatów, rozwijane baseny zbiorcze do mycia opryskiwaczy. W najgorszym przypadku sporządzenie cieczy należy przeprowadzać na betonowej płycie lub innym nieprzepuszczalnym podłożu pamiętając, że miejsce to nie może mieć kontaktu z żywnością lub paszami, a woda opadowa, zmywająca zanieczyszczenia chemiczne nie może spływać w kierunku miejsc wrażliwych, takich jak studnie, zbiorniki i ciek wodne, miejsca przechowywania produktów żywnościowych i pasz, oraz miejsca przebywania ludzi i bytowania zwierząt.

Bardzo dobrym rozwiązaniem podczas sporządzania cieczy użytkowej w gospodarstwie jest zastosowanie hermetycznych systemów wprowadzania płynnych środków ochrony roślin do zbiornika opryskiwacza napełnionego wodą EasyFlow i EasyConnect. Te szczelne systemy umożliwiają całkowicie bezpieczny transport preparatów do opryskiwacza, bez konieczności przelewania ich z otwartych opakowań do innych naczyń czy zasobników. To właśnie przelewanie lub wsypywanie czystych preparatów do naczyń z wodą, a następnie przelewanie koncentratów do opryskiwacza powoduje duże zagrożenie dla operatora i środowiska. W systemie EasyFlow zastosowano specjalny adapter nakręcany w miejsce nakrętki, a po odwróceniu razem z opakowaniem wsuwany w gniazdo z zaworem odcinającym, które zainstalowane jest na zbiorniku opryskiwacza, pokrywie otworu wlewowego zbiornika, lub pokrywie zasobnika rozwadniacza. Wsuniecie adaptera w gniazdo uszczelnia połączenie między opakowaniem a opryskiwaczem a otwarcie zaworu umożliwia grawitacyjne spływanie preparatu do rozwadniacza lub bezpośrednio do zbiornika opryskiwacza. Po pobraniu żądanej

objętości preparatu i podłączeniu do gniazda zasilania ze źródła czystej wody istnieje możliwość przepłukania adaptera i gniazda z odprowadzeniem popłuczyn do zbiornika opryskiwacza. Natomiast w systemie EasyConnect zastosowano specjalną nakrętkę wcześniej zamontowaną na pojemnikach środków ochrony roślin oraz łącznika. System ten umożliwia dozowanie bezpośrednio do zbiornika opryskiwacza precyzyjnie odmierzoną objętość środka ochrony roślin.

Sporządzanie cieczy użytkowej w polu lub w sadzie jest zgodne z zasadami dobrej praktyki, gdyż ewentualne wycieki lub trudne do uniknięcia rozproszenia środków ochrony roślin trafiają na biologicznie aktywne podłoże, w którym substancje czynne tych środków ulegają szybkiej biodegradacji. Aby uniknąć kumulacji ewentualnych wycieków w glebie i nie dopuścić do zanieczyszczeń miejscowych operację tę należy za każdym razem przeprowadzać w innym miejscu pola. Sporządzanie cieczy użytkowej poza gospodarstwem wymaga zastosowania specjalnych urządzeń, będących na wyposażeniu opryskiwacza, takich jak: schowek lub kosz do przewożenia środków ochrony roślin, rozwadniacz środków ochrony roślin z płuczką opakowań oraz dodatkowy zbiornik na wodę. Schowek lub kosz musi zapewniać bezpieczny transport środków ochrony roślin z miejsca ich przechowywania na pole. Rozwadniacz preparatów na opryskiwaczach polowych jest zwykle urządzeniem zewnętrznym, łatwo dostępnym i obsługiwanym przez operatora z poziomu gruntu. Ma formę zasilanego wodą zasobnika z odpływem w dnie. W zasobniku preparaty proszkowe lub płynne mieszane są z niewielką ilością wody działającej pod ciśnieniem i powodującej intensywne wirowanie mieszaniny. Tak przygotowany jednorodny koncentrat zasysany jest przez odpływ i wprowadzany do zbiornika głównego, gdzie rozcieńczany jest w docelowej objętości wody tworząc ciecz użytkową. Na opryskiwaczach sadowniczych najczęściej rozwadniacze są wbudowane w sito wlewowe głównego zbiornika cieczy. Mają one postać zraszaczy spłukujących z sita zadany preparat. Ze względu na mniejszą intensywność działania strumienia wody w tego typu rozwadniaczach, czasem konieczne jest wcześniejsze rozrobienie trudno rozprawiających się proszków w wiaderku z wodą. Rozwadniacze zewnętrzne zwykle posiadają w zasobniku ciśnieniową płuczkę opakowań. W przypadku rozwadniaczy montowanych na opryskiwaczach sadowniczych płuczka może być zamontowana w tym samym lub osobnym otworze zbiornika głównego. Przy braku opisanych wyżej rozwiązań sprzętowych pozostaje wstępne rozrabianie preparatów proszkowych w wiaderku z wodą. Aby uniknąć ryzyka zanieczyszczenia gleby w miejscu mieszania preparatów i wlewania koncentratu do opryskiwacza należy rozłożyć folię, która zatrzyma ewentualne wycieki.

Uzupełniając wodę w zbiorniku opryskiwacza należy unikać rozwiązań polegających na bezpośrednim zasysaniu wody ze studni przez pompę wirnikową, ponieważ jej wyłączenie powoduje spadek słupa wody w przewodzie ssawnym i cofnięcie wody w przewodzie ciśnieniowym, którego koniec może być zanieczyszczony środkiem ochrony roślin. Korzystając z tego rodzaju rozwiązań należy bezwzględnie zadbać o to by koniec węża zasilającego znajdował się zawsze nad opryskiwaczem i nie miał z nim żadnego kontaktu. Najlepszym rozwiązaniem jest korzystanie z sieci wodociągowej lub ze zbiornika pośredniego, którego wypływ znajduje się nad otworem wlewowym zbiornika opryskiwacza. Woda do zbiornika pośredniego pobierana jest z wodociągu lub pompowana ze studni albo stawu. Podczas napełniania opryskiwacza woda ze zbiornika spływa grawitacyjnie. Jest ona ogrzana ciepłem otoczenia, co może uchronić opryskiwane rośliny przed stresem termicznym. Ze względów praktycznych pojemność takiego zbiornika powinna być co najmniej dwukrotnie większa od pojemności zbiornika największego opryskiwacza w gospodarstwie, a konstrukcja nośna odpowiednio wytrzymała, aby utrzymać ciężar własny zbiornika i wody. Podczas napełniania opryskiwacza wodą należy uważnie obserwować wskaźnik poziomu cieczy aby nie dopuścić do przepełnienia zbiornika i masowego wycieku cieczy użytkowej. W niektórych opryskiwaczach istnieje możliwość precyzyjnego poboru wody za pomocą pompy i programowanego przepływomierza. Eliminuje to ryzyko przepełnienia zbiornika.

5.5.2. Postępowanie z opryskiwaczem po zabiegu

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin § 4 (DzU 2013,

poz. 625) z resztkami cieczy użytkowej po zabiegu z zastosowaniem środków ochrony roślin należy postępować w sposób ograniczający ryzyko skażenia wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego oraz gruntu, przy czym resztki cieczy użytkowej po zabiegu z zastosowaniem środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych należy:

- zużyć po uprzednim rozcieńczeniu na powierzchni, na której przeprowadzono zabieg, w miejscu, w którym zastosowano środek ochrony roślin w mniejszej ilości, jeżeli jest to możliwe
- unieszkodliwić z wykorzystaniem rozwiązań technicznych zapewniających biologiczną degradację substancji czynnych środków ochrony roślin
- unieszkodliwić w sposób inny, jeżeli jest on zgodny z przepisami o odpadach

Niedopuszczalne jest wylanie pozostałej po zabiegu cieczy na glebę ponieważ powoduje to przemieszczanie się środka ochrony roślin w głąb gleby, do niższych jej warstw, i ostatecznie do wód podziemnych. Natomiast według tego samego rozporządzenia § 5 mycie sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin przeprowadza się w sposób ograniczający ryzyko skażenia:

- wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego,
- gruntu, w tym na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego;
- w odległości nie mniejszej niż 30 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych – w przypadku czyszczenia sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych.

Z rozporządzenia wynika, że zachowanie odległości co najmniej 30 m od miejsca mycia sprzętu do studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych nie jest konieczne jeśli operację mycia przeprowadza się myjniach urzędów ochrony roślin. Lokalizację i wyposażenie takich myjni określa rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie. Po zmianach tego rozporządzenia dokonanych przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w latach 2009 i 2013 wymagania dla myjni sprzętu ochrony roślin zostały utrzymane w niezmienionym brzmieniu i są zawarte w jednolitym tekście rozporządzenia, ogłoszonym w załączeniu do obwieszczenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 sierpnia 2013 r (Dz.U. z 2014, poz.81).

§ 9 Odległości myjni urzędów ochrony roślin powinny wynosić co najmniej:

- 30 m od pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi, silosów na kiszonki, magazynów pasz i ziarna oraz obiektów budowlanych służących przetwórstwu artykułów rolno-spożywczych
- 5 m od granicy działki sąsiedniej
- Ponadto § 31:
- myjnie płytowe dla pojazdów i urzędów rolniczych powinny posiadać utwardzoną nawierzchnię z betonu szczelnego ze spadkami dla odpływu wód opadowych oraz szczelne osadniki błota i tłuszczu, a także studzienki zbiorcze.
- myjnie urzędów do ochrony roślin powinny być wyposażone w szczelne zbiorniki ścieków.

W dobrze wykalibrowanym opryskiwaczu nadwyżka niewykorzystanej cieczy może pojawiać się sporadycznie, jako wynik nieprzewidzianych okoliczności. W razie jej wystąpienia należy sprawdzić zgodność parametrów pracy opryskiwacza z założeniami i przeprowadzić ponowną kalibrację opryskiwacza. Zanieczyszczenie opryskiwacza, zarówno wewnętrzne jak i zewnętrzne zależy głównie od jego wielkości, kształtu zbiornika oraz budowy układu cieczowego. Z myciem opryskiwacza wiąże się szczególne zagrożenie powstawania zanieczyszczeń miejscowych. Dlatego ważny jest wybór miejsca, częstotliwość i zachowanie odpowiednich procedur mycia. Procedura efektywnego płukania instalacji cieczowej opryskiwacza:

1. Opryskuj do momentu, gdy pompa zaczyna zasysać powietrze
2. Rozwodnij 5-krotnie czystą wodą pozostałość cieczy w zbiorniku
3. Uruchom obieg cieczy w instalacji w celu rozcieńczenia cieczy pozostałej we wszystkich dostępnych przewodach cieczowych i podzespołach opryskiwacza

4. Wypryskaj popłuczyny w polu, na powierzchni uprzednio opryskiwanej, do momentu, gdy pompa zaczyna zasysać powietrze
5. Powtórz opisane operacje minimum dwa razy.
6. Oczyszcz filtry
7. Skażoną wodę po ostatnim płukaniu wypryskaj na polu lub pozostaw w zbiorniku jeśli kolejny zabieg ma być przeprowadzony z użyciem tego samego środka ochrony roślin

Płukanie instalacji cieczowej nie koniecznie wymaga przejazdu opryskiwacza do punktu poboru wody jeśli opryskiwacz wyposażony jest w dodatkowy zbiornik na czystą wodę. Zbiornik ten powinien mieć objętość równą co najmniej 10% nominalnej pojemności zbiornika głównego. Dysponując standardowym systemem mycia instalacji cieczowej opryskiwacza, w którego skład wchodzi ciśnieniowe zraszacze wewnątrz głównego zbiornika oraz zbiornik na czystą wodę można osiągnąć odpowiedni efekt mycia, przeprowadzając mycie wewnętrzne w trzech cyklach. W pierwszym cyklu należy zużyć połowę objętości czystej wody w celu rozcieńczenia resztek cieczy użytkowej, w drugim ¼ objętości, i w trzecim pozostałą ¼. Każdy cykl powinien zakończyć się wypryskaniem zużytej ilości wody zgodnie z zaleceniem etykiety. Wypryskując zanieczyszczoną wodę na opryskane wcześniej uprawy należy zmniejszyć ciśnienie i zwiększyć prędkość jazdy opryskiwacza po to, aby nie splukać z roślin naniesionego wcześniej środka ochrony roślin lub nie spowodować jego przedawkowania. Po zabiegach z użyciem środków ochrony roślin o dużej przyczepności, pozostawiających w zbiorniku i instalacji trudno usuwalny osad, oraz po herbicydach, które nawet w śladowych ilościach mogą w kolejnym zabiegu uszkodzić wrażliwe rośliny uprawne, do przepłukania układu cieczowego należy zastosować specjalne środki detergencyjne, takie jak Czysty opryskiwacz, Agroclean czy Pest-out. Zadaniem środków myjących jest dokładne usunięcie z wewnętrznej instalacji cieczowej opryskiwacza pozostałości stosowanego preparatu i tym samym zapobieganie powstawaniu i utrzymywaniu się zestalonych osadów. Zgodnie z zaleceniami etykietowymi producentów tych środków wodę z ich dodatkiem należy wypryskać na nieużytkowanym rolniczo terenie np. na ugorze. Najbardziej efektywna metoda wewnętrznej mycia opryskiwacza polega na ciągłym przepłukiwaniu zbiornika i instalacji cieczowej z jednoczesnym wypryskiwaniem wody użytej do płukania. System mycia ciągłego obejmuje zbiornik na czystą wodę, dodatkową pompę napędzaną niezależnie od głównej pompy opryskiwacza, oraz zraszacze ciśnieniowe do płukania zbiornika. Gdy dodatkowa pompa tłoczy do zbiornika głównego czystą wodę przez zraszacze płuczące zbiornik i stale rozcieńcza pozostałą ciecz użytkową, to jednocześnie pompa główna tłoczy tę rozcieńczoną ciecz przez układ cieczowy do rozpylaczy. W ten sposób następuje ciągłe płukanie zbiornika i instalacji przy szybko malejącej koncentracji środka ochrony roślin w popłuczynach. Przeprowadzone pomiary pokazują, że w porównaniu z myciem cyklicznym mycie ciągłe pozwala na bardzo dokładne umycie opryskiwacza mniejszą o 50% objętością wody, w dwukrotnie krótszym czasie. Operator nie musi bowiem na zmianę płukać instalacji i wypryskiwać popłuczyn bo obie te operacje przebiegają jednocześnie.

Podczas zabiegu na opryskiwaczu osiadają środki ochrony roślin, które trzeba bezpiecznie i skutecznie zmyć aby zapobiec przyspieszonemu zużyciu sprzętu oraz zagrożeniu dla pracujących z opryskiwaczem ludzi. Najbardziej skażone elementy opryskiwacza to: belka polowa, elementy konstrukcyjne wokół rozpylaczy, wentylator i elementy kierownic powietrza w opryskiwaczach sadowniczych oraz koła. Kumulacji naniesionych środków ochrony roślin na opryskiwaczu sprzyja jego chropowata powierzchnia oraz stosowanie podczas zabiegu drobnych kropeł i wysoko uniesionej belki polowej (wzrost znoszenia). Dobrą praktyką jest zewnętrzne mycie opryskiwacza bezpośrednio po zakończeniu zabiegu, w polu, przed wyjazdem na drogi publiczne. W warunkach polowych zmywane z opryskiwacza substancje w dużym rozcieńczeniu trafiają na podłoże aktywne biologicznie i w naturalny sposób rozkładają się pod wpływem mikroorganizmów obecnych w glebie. Substancje czynne środków ochrony roślin, trafiające na pole, pozostają w istocie w miejscu swojego przeznaczenia, określonego rejestracją substancji. Dzięki takiej praktyce ogranicza się do minimum pozostawianie pozostałości środków ochrony roślin poza miejscem ich stosowania. Mycie na polu ma poza tym tę zaletę, że eliminuje kłopotliwy problem ze zbieraniem wody odpadowej i jej bezpiecznym zagospodarowaniem. Wymaga jednak wyposażenia opryskiwacza w dodatkowy zbiornik na czystą wodę oraz zestaw do

mycia zewnętrznego. Zestaw taki obejmuje lancę lub pistolet ciśnieniowy, wąż zasilający ze zwijaczem, oraz zawór i przyłącze w układzie cieczowym opryskiwacza. Myjąc opryskiwacz na polu należy każdą kolejną operację wykonywać w innym miejscu, aby nie kumulować nadmiernych ilości zmywanych substancji na małej powierzchni. Dobrą praktyką jest np. po umyciu belki polowej przemieszczenie opryskiwacza o kilkadziesiąt metrów, a następnie umycie kół i zbiornika opryskiwacza oraz kół i kabiny ciągnika. Mycie należy przeprowadzać możliwie niewielką ilością wody, aby uniknąć przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego.

Mycie zewnętrzne opryskiwacza w gospodarstwie należy przeprowadzić na stanowisku o podłożu nieprzepuszczalnym, z możliwością zbierania wody po myciu. Praktycznym i trwałym rozwiązaniem jest płyta ze szczelnego betonu, ze spadkiem do studzienki zbiorczej w postaci osadnika błota i tłuszczu, z którego zanieczyszczona woda może być przepompowana do naziemnego zbiornika stanowiska bioremediacyjnego lub dehydratacyjnego lub z którego spływa grawitacyjnie do szczelnego zbiornika podziemnego. Jest to rozwiązanie zgodne z obowiązującymi przepisami dotyczącymi myjni sprzętu ochrony roślin. Zadaniem stanowiska do mycia opryskiwaczy jest zatrzymanie po myciu, skażonej środkami ochrony wody i uniemożliwienie przenikania jej do gleby. Dlatego betonowa płyta stanowiska powinna mieć lekko podniesione obrzeże, tworząc zabezpieczenie przed przelewaniem się wody, a zadaszenie płyty zabezpiecza stanowisko przed opadami i ogranicza objętość zbieranej wody. Alternatywą dla płyty betonowej może być basen zbiorczy wykonany z laminatu, który po umyciu opryskiwacza może być złożony i zabezpieczony do następnego użycia.

Dobrym rozwiązaniem problemu mycia opryskiwaczy w gospodarstwie jest stanowisko Biobed z aktywnym biologicznie podłożem. Podłoże stanowiska BIOBED jest wzbogaconą w materiał organiczny imitacją aktywnej biologicznie gleby, a trafiające do niego w czasie mycia rozcieńczone środki ochrony roślin ulegają dużo szybszej biodegradacji niż na polu. By utrzymać optymalną aktywność biologiczną organizmów glebowych odpowiedzialnych za proces biodegradacji należy zapewnić odpowiednie stosunki powietrzno-wodne substratu i unikać jego nadmiernego przesuszenia lub zalania. Dlatego na stanowisku Biobed myje się opryskiwacze małą objętością wody, lecz pod dużym ciśnieniem, najlepiej za pomocą myjki wysokociśnieniowej, zasilanej z wewnętrznej instalacji wodociągowej gospodarstwa. Podczas mycia ciśnieniowego należy unikać zmywania z ciągnika resztek oleju i smarów ponieważ produkty ropopochodne niekorzystnie wpływają na mikroorganizmy glebowe, osłabiając rozkład substancji czynnych środków ochrony roślin. Wykorzystując do mycia ciśnienie sieci wodociągowej warto posłużyć się szczotką w celu dokładniejszego usunięcia osadów środków ochrony roślin. Użycie myjki ciśnieniowej, działającej przy ciśnieniu 120-150 bar, znacznie zwiększa efektywność mycia zewnętrznego opryskiwacza nawet do 75 %, skraca czas operacji i zmniejsza zużycie wody w porównaniu do niskociśnieniowej techniki mycia (efektywność 50 %).

Literatura

- Rozporządzenie MRiRW z dn. 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (Dz.U. 2013, poz. 625)
- Doruchowski Grzegorz, Hołownicki Ryszard, Godyń Artur 2015. Poradnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin – Ochrona wód przed zanieczyszczeniami miejscowymi. Wydanie III, IO Skierniewice, ISBN: 978-83-89800-70-1: 94 ss. (<http://arc.inhort.pl/projekty-badawcze/inne-projekty-badawcze-w-ramach-wspolpracy-miedzynarodowej/projekt-topps-prowadis>)
- Doruchowski, G., Hołownicki, R., Świechowski, W., Godyń, A. 2014. Dobra Praktyka postępowania przy stosowaniu środków ochrony roślin. IO Skierniewice, ISBN 978-83-89800-63-3: 52 ss. (<http://arc.inhort.pl/serwis-ochrony-roslin/technika-ochrony-roslin/dobra-praktyka-stosowania-srodkow-ochrony-roslin>)
- Doruchowski, G. 2017. Poradnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin. Stanowiska bioremediacyjne – bezpieczne zagospodarowanie pozostałości. IO Skierniewice, ISBN: 978-83-89800-77-0: 62 ss.)
- Doruchowski G. i Godyń A. 2009. Poradnik. Organizacja pokazów DPOOR. ISBN: 978-83-60573-33-4, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice. s. 35.
- Godyń A. i Doruchowski G. 2009. Poradnik. Mycie opryskiwaczy. ISBN: 978-60573-32-7, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice. s. 21.

5.6. Postępowanie ze środkami ochrony roślin i opróżnionymi opakowaniami po środkach ochrony roślin oraz pozostałościami cieczy użytkowej po zabiegu

Czas omawiania: 25 min

Lider opracowania: mgr W. Świechowski

Konspekt wykładu.

Postępowanie z opróżnionymi opakowaniami po środkach ochrony roślin oraz pozostałościami cieczy użytkowej objęte jest przepisami prawa oraz zaleceniami etykiet-instrukcji stosowania środków ochrony roślin. W kwestii opakowań należy przytoczyć odpowiednie zapisy ustawy o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi, określające które środki ochrony roślin zaliczane są do środków niebezpiecznych (Art. 8, ust. 14 c) i wskazujące na sposób ich oznakowania (etykiety GHS06 i GHS09), przepisy nakładające obowiązek zbierania i zapewnienia odzysku opakowań po środkach niebezpiecznych ciążące na wprowadzającym te środki na rynek (Art. 18), oraz obowiązek przyjmowania tych opakowań od użytkowników przez jednostki handlu detalicznego (Art. 43, ust. 1) i obowiązek zwrotu tych opakowań przez użytkowników środków niebezpiecznych do jednostek handlu detalicznego (Art. 43, ust. 2). W kwestii postępowania z pozostałościami cieczy użytkowej po zabiegu, w tym z zanieczyszczoną wodą po myciu opryskiwaczy, należy przytoczyć przepisy rozporządzenia MRiRW w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (§4 i §5). Zasady postępowania wynikające z przepisów prawa należy uzupełnić o zalecenia dobrej praktyki, polegające na wykorzystaniu systemów bioremediacyjnych i dehydratacyjnych do neutralizacji płynnych pozostałości po zabiegach chemicznych.

5.6.1. Opakowania po środkach ochrony roślin

Pozostałości środków ochrony roślin w głównej mierze to opakowania, preparaty przeterminowane i niepełnowartościowe, płynne pozostałości rozcieńczonych preparatów po zabiegu i myciu opryskiwaczy. Bez względu na postać skażonych pozostałości niedopuszczalne jest ich zakopywanie lub spalanie we własnym zakresie, wylewanie do studzienek ściekowych, kanałów, rzek i zbiorników wodnych lub składowanie zagrażające czystości gleby i wody. Zasady postępowania z opakowaniami po środkach ochrony roślin reguluje ustawa o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi z dnia 13 czerwca 2013 r. (Dz.U. 2013 poz. 888). Definiuje ona środki niebezpieczne oraz określa obowiązki wprowadzających (producentów i importerów), sprzedawców i użytkowników środków niebezpiecznych w odniesieniu do opakowań po tych środkach. Zgodnie z artykułem 8, punkt 14 c, ilekroć w ustawie jest mowa o środkach niebezpiecznych – rozumie się przez to: „środki ochrony roślin zaklasyfikowane jako bardzo toksyczne, toksyczne lub niebezpieczne dla środowiska wodnego z przypisanym symbolem N na podstawie przepisów o substancjach chemicznych i ich mieszaninach lub zaklasyfikowane w klasie toksyczności ostrej w kategorii 1, 2 lub 3 lub jako stwarzające zagrożenie dla środowiska wodnego ze względu na toksyczność ostrą w kategorii 1 lub ze względu na toksyczność przewlekłą w kategorii 1 i 2.”

W myśl art. 18:

1. Wprowadzający środki niebezpieczne będące środkami ochrony roślin jest obowiązany zorganizować system zbierania oraz zapewniać odzysk, w tym recykling, odpadów opakowaniowych po środkach niebezpiecznych będących środkami ochrony roślin.
2. Wprowadzający środki niebezpieczne będące środkami ochrony roślin jest obowiązany do sfinansowania kosztów zbierania przez przedsiębiorcę prowadzącego jednostkę handlu detalicznego lub hurtowego, o którym mowa w art. 43 ust. 1, oraz do odebrania od niego, na własny koszt, odpadów opakowaniowych po tych środkach.

Zgodnie z art. 43:

1. Przedsiębiorca prowadzący jednostkę handlu detalicznego lub hurtowego, który sprzedaje środki niebezpieczne będące środkami ochrony roślin, jest obowiązany przyjmować od użytkowników odpady opakowaniowe po tych środkach.
2. Użytkownik środków niebezpiecznych będących środkami ochrony roślin jest obowiązany zwrócić odpady opakowaniowe po tych środkach przedsiębiorcy, o którym mowa w ust. 1.

Opakowania po takich środkach oznaczone piktogramami GHS06 i GHS09 i uznawane są za odpady niebezpieczne podlegające odpowiedniej utylizacji.



*Toksyczność ostra
kat. 1, 2, 3
GHS 06*



*Stwarzające
zagrożenie dla
środowiska*

Rys. 1 Piktogramy na opakowaniach środków ochrony roślin zakwalifikowanych do środków niebezpiecznych.

System zbierania opakowań zorganizowało Polskie Stowarzyszenie Ochrony Roślin, działające w imieniu producentów i importerów środków ochrony roślin. W ramach tego systemu zbierane są nie tylko opakowania po środkach ochrony roślin lecz także po innych środkach niebezpiecznych stosowanych w rolnictwie, takich jak nawozy, adiuwanty czy produkty biobójcze. Jedynym warunkiem jest by opakowania te były oznakowane piktogramem GHS 06 lub GHS 09. Zwrotowi nie podlegają opakowania zbiorcze, takie jak kartony czy folie. Ze względów bezpieczeństwa nie są odbierane opakowania brudne, z resztkami środków i z produktami przeterminowanymi. Dlatego po opróżnieniu opakowań należy je gruntownie wypłukać czystą wodą, a popłuczyny wlać do zbiornika opryskiwacza i zużyć podczas zabiegu. Etykieta środka ochrony zaleca trzykrotne płukanie jeśli wykonuje się je ręcznie. Korzystając z płuczki na opryskiwaczu należy płukać opakowanie wodą pod ciśnieniem przez co najmniej 5 do 10 sekund. Czyste opakowania należy gromadzić w specjalnie do tego przeznaczonych workach foliowych, oznakowanych logiem systemu zbiórki opakowań. Worki te można pobrać u sprzedawcy środków ochrony roślin. Oplukane opakowania po środkach niebezpiecznych nadal są odpadem niebezpiecznym, dlatego do chwili zwrotu do sprzedawcy muszą być gromadzone w worku i powinny być przechowywane pod zamknięciem, razem ze środkami ochrony roślin. Eliminuje to ryzyko wykorzystania opakowań przez osoby postronne do innych celów lub jako surowce wtórne.

Opakowania pozbawione piktogramów oznaczających środki niebezpieczne należy także gruntownie oplukać lecz postępować jak z odpadami komunalnymi, tzn. segregować według ogólnie przyjętych zasad. W odniesieniu do wszystkich opakowań, niezależnie od kwalifikacji środków ochrony roślin, niedopuszczalne jest ich spalanie we własnym zakresie, zakopywanie lub porzucanie poza systemem zbiórki lub odbioru odpadów.

5.6.2. Pozostałości cieczy użytkowej po zabiegu

Postępowanie z pozostałościami cieczy użytkowej po wykonanym zabiegu ochrony roślin reguluje rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (DzU 2013, poz. 625). Według § 4 należy postępować w sposób ograniczający ryzyko skażenia wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego oraz gruntu, przy czym resztki cieczy użytkowej

po zabiegu z zastosowaniem środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych należy:

- zużyć po uprzednim rozcieńczeniu na powierzchni, na której przeprowadzono zabieg, w miejscu, w którym zastosowano środek ochrony roślin w mniejszej ilości, jeżeli jest to możliwe
- unieszkodliwić z wykorzystaniem rozwiązań technicznych zapewniających biologiczną degradację substancji czynnych środków ochrony roślin
- unieszkodliwić w sposób inny, jeżeli jest on zgodny z przepisami o odpadach

Natomiast według tego samego rozporządzenia § 5 mycie sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin przeprowadza się w sposób ograniczający ryzyko skażenia:

- wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego,
- gruntu, w tym na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego;
- w odległości nie mniejszej niż 30 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych – w przypadku czyszczenia sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych.

Zgodnie z § 4 przytoczonego rozporządzenia MRiRW resztki cieczy roboczej nie stanowią problemu, gdyż operator opryskiwacza powinien je rozcieńczyć wodą i wypryskać na polu/uprawie, na którym wykonywał zabieg. Jeśli z jakiś przyczyn nie może tego uczynić lub w zbiorniku opryskiwacza pozostaje bardzo mała objętość resztek cieczy użytkowej, a nie ma możliwości płukania opryskiwacza w polu można unieszkodliwić resztki cieczy użytkowej na stanowisku bioremediacyjnym lub na stanowisku do dehydratacji płynnych pozostałości środków ochrony roślin. Dobrą praktyką jest mycie opryskiwacza bezpośrednio po zakończeniu zabiegu, w polu, przed wyjazdem na drogi publiczne w odległości nie mniejszej niż 30 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych § 5 rozporządzenia . W warunkach polowych zmywane z opryskiwacza substancje w dużym rozcieńczeniu trafiają na podłoże aktywne biologicznie i w naturalny sposób rozkładają się pod wpływem mikroorganizmów obecnych w glebie. Jeśli mycie opryskiwacza w polu nie jest możliwe to należy je przeprowadzić na stanowisku do mycia opryskiwaczy z nieprzepuszczalnym podłożem, w miejscu umożliwiającym skierowanie popłuczyn do zamkniętego systemu zbierania zanieczyszczonych pozostałości, oddalonym co najmniej 30 m od wód powierzchniowych i obszarów wrażliwych. Zebrane płynne pozostałości środków ochrony roślin neutralizuje się w drodze bioremediacji, dehydratacji lub za pomocą wyspecjalizowanych firm.

5.6.3. Zagospodarowanie pozostałości stałych

Największym problemem wśród odpadów są niepełnowartościowe środki ochrony roślin oraz osady powstałe w wyniku przetwarzania pozostałości płynnych, np. procesu dehydratacji. Nie można ich zużyć podczas zabiegów i w żadnym wypadku nie wolno ich unieszkodliwiać w warunkach gospodarskich. Niedopuszczalne jest ich zakopywanie, spalanie we własnym zakresie, wylewanie do systemów ściekowych lub nieużywanych studni, kanałów, rzek i zbiorników wodnych lub składowanie zagrażające czystości gleby i wody. Niepełnowartościowe środki ochrony roślin oraz osady mogą być unieszkodliwiane tylko przez wyspecjalizowane przedsiębiorstwa w procesie wysokotemperaturowego spalania (ponad 1200°C), spełniającego określone standardy bezpieczeństwa. Dlatego w celu pozbycia się tych substancji należy skorzystać z usług jednej z firm zajmujących się odbiorem i utylizacją odpadów niebezpiecznych, w tym środków ochrony roślin. Najbliższą firmę posiadającą uprawnienia do utylizacji środków ochrony roślin można znaleźć w internecie. Można także spytać o nią w miejscowym oddziale Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa. W warunkach gospodarskich płynne pozostałości można poddać **bioremediacji**, w trakcie której substancje czynne środków ochrony roślin ulegają naturalnemu rozkładowi, lub **dehydratacji**, polegającej na odparowaniu wody i tym samym radykalnemu zmniejszeniu objętości odpadów podlegających specjalistycznej utylizacji.

5.6.4. Bioremediacja

Bioremediacja ciekłych pozostałości zanieczyszczonych środkami ochrony roślin polega na zintensyfikowaniu procesów ich rozkładu i mineralizacji, czyli biodegradacji, przebiegającej w sposób naturalny lecz powolny w glebie. Zadaniem bioremediacji jest podtrzymywanie intensywności tego procesu w ograniczonej i izolowanej objętości bioaktywnego substratu glebowego, zwykle w sąsiedztwie miejsc, w których powstają pozostałości (np. miejsce napełniania i mycia opryskiwacza). Biodegradacja jest wynikiem metabolicznych procesów mikroorganizmów glebowych, przede wszystkim grzybów, glonów i bakterii. W celu rozkładu materiału organicznego (np. ligniny) w glebie do przyswajalnej postaci składników pokarmowych organizmy te wytwarzają enzymy, które z kolei katalizują rozkład, utleniają lub modyfikują szkodliwe związki chemiczne w formy mniej szkodliwe. Rozpoznane są np. mechanizmy unieszkodliwiania dibenzofuranu, halogenoalkanów, atrazyny i insektycydów fosforoorganicznych przez enzymy, odpowiednio: dioksygenazę, dehalogenazę, chlorohydrolazę i oksydazę.

Stworzenie dobrych warunków do namnażania i rozwoju mikroorganizmów intensyfikuje proces rozkładu środków ochrony roślin. Dlatego w stanowiskach bioremediacyjnych środowisko bytowania mikroorganizmów glebowych w formie substratu jest wzbogacone o części organiczne, sprzyjające ich rozwojowi i aktywności. Główną masę organiczną i bogate źródło ligniny w substracie, oraz rolę jego rozluźniacza, pełni pocięta słoma lub inne rozdrobnione części roślin, których udział objętościowy stanowi zwykle 50%. Torf lub kompost w ilości 25% dostarcza próchnicy i jest podstawowym źródłem węgla organicznego. Stosunek C/N (węgla organicznego do azotu ogólnego) w odpowiednio sporządzonym substracie powinien przekraczać 30, a pH powinno być mniejsze niż 6,0. Wymienione składniki organiczne zwiększają ponadto kompleks sorpcyjny substratu, pozwalają utrzymać jego wilgotność oraz ułatwiają napowietrzanie. Zwykle 25% objętości substratu stanowi gleba pochodząca z pola lub plantacji, gdzie stosowane środki ochrony roślin pobudzają do działania mikroorganizmy rozkładające substancje czynne tych środków. Dodanie gleby do substratu ma zatem za zadanie zaszczepienie pożądanych mikroorganizmów i zainicjowanie jego aktywności biologicznej. Wszystkie składniki substratu należy bardzo starannie wymieszać i obficie zwilżyć wodą. Tak przygotowane podłoże sprzyja m.in. rozwojowi grzybów białej zgnilizny (*Phanerochaete chrysosporium*, kl. *Basidiomycetes*), których rola w biodegradacji środków ochrony roślin jest szczególna. Rozkładają one nie tylko pestycydy ale także inne szkodliwe związki, takie jak dioksyny, PCB (polichlorowane bifenyly), czy PAH (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne).

Substrat glebowy jest najważniejszym lecz nie jedynym składnikiem stanowiska bioremediacyjnego. Żeby funkcjonował efektywnie musi być odpowiednio ułożony z warstwami innych materiałów, z których każdy pełni istotną rolę. Na dnie stanowiska układa się żwir w warstwie ok. 10 cm. Spełnia on funkcję drenażu odcieków z substratu. W warstwie tej można ułożyć rury drenażowe do zbierania odcieków w celu ponownego wprowadzenia ich w zamknięty obieg procesu bioremediacji. Na żwirze należy położyć podwójną warstwę agrowłókniny o gramaturze 50 g/m². Spowalnia ona przepływ wody przez substrat, wydłużając czas oddziaływania mikroorganizmów glebowych na zawarte w niej substancje, oraz zapobiega zamulaniu żwiru przez cząstki gleby wypłukiwane z substratu. Na agrowłókninie układa się starannie wymieszany i wstępnie nawilżony substrat, ugniatając kolejne jego warstwy. Zagęszczona warstwa substratu powinna mieć miąższość co najmniej 50 cm. Na wierzchu tak przygotowanego, biologicznie czynnego złoża można rozsypać mieszaninę torfu i gleby, a następnie wysiać trawę lub nasiona zbóż i obficie zwilżyć wodą. Może to być woda z pozostałościami środków ochrony roślin. Po wejściu roślin na powierzchnię substratu tworzy się zielona okrywa, która stabilizuje wilgotność złoża, wzbogaca je w próchnicę, oraz w wyniku ewapotranspiracji intensyfikuje odparowanie wody ze stanowiska (rys. 15). Niektóre gatunki roślin (np. turzyca prosowa - *Carex paniculata* L.) mają właściwości fitoakumulacyjne, a więc gromadzą i metabolizują substancje chemiczne, wspomagając tym samym proces bioremediacji. Jeśli płynne pozostałości po zabiegach ochrony roślin nie zawierają dużych ilości herbicydów to zielona okrywa substratu będzie stanowić trwałą i bardzo funkcjonalny element tego procesu. Okresowo rośliny należy przycinać rozdrabniając ścięte części i pozostawiając je na stanowisku. Efektywność rozkładu substancji chemicznych może się zmniejszyć, a w stosunku do niektórych nawet ustać w wyniku nadmiernej koncentracji środków

ochrony roślin w substracie, jego przesuszenia, oddziaływania ropopochodnych węglowodorów (oleje, smary) splukiwanych z maszyn czy ciągników oraz azotu zmywanego z rozsiewaczy nawozów lub opryskiwaczy po użyciu płynnych nawozów (RSM, mocznik).

Najlepsze efekty pod względem tempa rozkładu substancji chemicznych oraz ilości odparowywanej wody uzyskuje się poprzez bardzo częste zwilżanie substratu małymi porcjami płynnych pozostałości zanieczyszczonych środkami ochrony roślin. Aby uzyskać dobre wyniki i zapewnić wysoką efektywność procesu należy je nanosić na substrat możliwie równomiernie i co najmniej dwa razy dziennie. W bardzo gorące dni lata warto czynić to znacznie częściej, np. co dwie godziny. Dlatego przydatne jest zautomatyzowanie operacji poprzez zastosowanie włącznika czasowego, uruchamiającego pompę lub otwierającego zawór na przewodzie spływu grawitacyjnego kilka razy dziennie, na czas konieczny do obfitego zwilżenia substratu. Duża zawartość słomy w substracie powoduje, że jest on bardzo luźny i nie zatrzymuje wody dlatego częste zwilżanie dobrze służy stworzeniu optymalnych warunków do rozwoju mikroorganizmów glebowych. W wyniku rozkładu części organicznych z roku na rok substrat osiada i należy go uzupełniać mieszaniną słomy i torfu. Czas eksploatacji substratu w stanowiskach bioremediacyjnych wynosi od 5 do 8 lat, w zależności od warunków klimatycznych oraz intensywności użytkowania. Zużyty substrat, jeśli jest prawidłowo użytkowany, zawiera zwykle śladowe ilości substancji chemicznych. Niemniej jednak powinien być przez rok kompostowany, a następnie zużyty jako nawóz organiczny. Rozrzucony na polu i przemieszany z glebą nie stanowi zagrożenia dla środowiska.

BIOBED jest najzwyklejszym stanowiskiem bioremediacyjnym, nie wymagającym budowy osobnej płyty do zbierania wody zanieczyszczonej podczas napełniania i mycia opryskiwacza ponieważ służy do bezpośredniego zbierania wszelkiego rodzaju płynnych pozostałości powstających podczas przeprowadzania tych operacji. Brak możliwości separacji produktów ropopochodnych i błota zmywanych z opryskiwacza rodzi pewne ograniczenia związane z myciem maszyn. Należy dołożyć starań aby ilość zmywanych olejów i smarów była jak najmniejsza, szczególnie w przypadku użycia myjki wysokociśnieniowej. BIOBED to rodzaj zagłębionego w ziemi basenu wypełnionego bioaktywnym substratem i wyposażonego w rampy najazdowe, które umożliwiają wjazd na stanowisko ciągnika z opryskiwaczem.

Dno i ścianki basenu muszą gwarantować jego szczelność dlatego należy je wykonać z hydrotechnicznego betonu (np. w klasie C35/45), który można dodatkowo uszczelnić masą gruntującą. Na dnie ustawia się bloczki betonowe stanowiące podpory rampy najazdowej. Następnie układa się warstwę drenażową w postaci żwiru (ok. 10 cm) z rurą drenażową do odprowadzania odcieków. Warstwę żwiru przykrywa się podwójną warstwą gęstej agrowłókniny, lub 5-centymetrową warstwą gliny, która spełnia tę samą funkcję spowolnienia przepływu odcieków. W przypadku zastosowania gliny odcieki odprowadzane są powyżej warstwy żwiru, na wysokości warstwy gliny, aby nie dopuścić do jej przesuszenia i pęknięcia. Na włókninie lub glinie układany jest bioaktywny substrat o miąższości co najmniej 60 cm. Po jego zwilżeniu i zagęszczeniu miąższość substratu powinna wynosić minimum 50 cm.

Spływająca do substratu woda odparowuje z dużej powierzchni stanowiska, a w części nie adsorbowanej przez substrat spływa na dno basenu, a następnie poprzez drenaż i odpływ z syfonem do podziemnego zbiornika buforowego. Stamtąd trafia z powrotem na substrat krążąc w zamkniętym obiegu. Do celów projektowych przyjmuje się, że stanowisko BIOBED może przerobić w ciągu roku 500 l ciekłych pozostałości na każdy metr kwadratowy swojej powierzchni (0,5 m³/m²/rok).

PHYTOBAC to wolnostojący lub częściowo zagłębiony w ziemi zbiornik wypełniony bioaktywnym substratem, ułożonym na warstwie żwiru i agrowłókninie. W przypadku dużych ilości przerabianych pozostałości płynnych zbiornik ten ma zwykle formę basenu, wykonanego z wodoszczelnego betonu, np. betonu hydrotechnicznego C35/45, lub z odpornych na udar i działanie substancji chemicznych tworzyw sztucznych (np. polietylen), względnie materiałów do budowy form twardych (np. żywicy syntetycznych). Można także połączyć modułowo kilka mniejszych zbiorników, w liczbie odpowiedniej do potrzeb. Najlepiej nadają się do tego typowe skrzyniopalety o pełnych ściankach z tworzyw sztucznych, mieszczące ok. 0,5 m³ substratu.

Płynne pozostałości, gromadzone w zbiorniku buforowym, spływają do stanowiska PHYTOBAC grawitacyjnie lub są do niego przepompowywane i równomiernie rozprowadzane na całej powierzchni substratu za pomocą rur zraszających lub węży z kroplownikami. Im częściej zwilżany jest substrat tym intensywniejsze jest odparowanie wody. Odcieki z substratu, zbierające się w warstwie drenażowej na dnie stanowiska, odprowadzane są do studzienki zbiorczej, a następnie do zbiornika buforowego, po czym trafiają ponownie na substrat. Roczna przepustowość stanowiska mierzona efektywnością odparowania wody wynosi co najmniej 500 l płynnych pozostałości na 1,0 m² powierzchni substratu.

BIOFILTER to zestaw dwóch lub trzech otwartych zbiorników w formie prostopadłościennych kontenerów, z których każdy ma objętość ok. 1 m³ i jest wypełniony bioaktywnym substratem o standardowym składzie. Kontenery te umieszczone są jeden nad drugim w formie kolumny. Aby zapobiec rozwojowi glonów na wewnętrznych ściankach kontenerów powinny one być wykonane z ciemnego tworzywa (np. czarnego polietylenu). W przeciwnym razie należy je owinąć czarna folią. Ciekłe pozostałości tłoczone przez pompę ze zbiornika buforowego i rozprowadzane na powierzchni substratu w górnym kontenerze przesączają się przez substrat i spływają grawitacyjnie do kontenerów położonych niżej. Odprowadzenie odcieków z każdego kontenera powinno zapewniać, że ich poziom na dnie zbiornika pozostaje na wysokości ok. 15-20 cm.

Podczas przesączania się przez kolejne kontenery woda odparowuje z powierzchni substratu a środki ochrony roślin ulegają niemal całkowitej biodegradacji. Odcieki z najniższego kontenera zasilają dodatkowe, dwa lub trzy kontenery boczne. Na ich podłożu rosną rośliny tolerancyjne na środki ochrony roślin i wykazujące zdolności fitoakumulacyjne (kumulujące substancje chemiczne głównie w pędach i liściach) oraz sprzyjające dobrej ewapostranspiracji (ewaporacji plus transpiracji). Wymagania te spełnia np. turzyca prosowa (*Carex paniculata* L.) lub wierzba wiciowa (krzewiasta) (*Salix viminalis* L.). Z użyciem roślin z bocznych kontenerów usuwane są resztki substancji i efektywnie odparowywany jest nadmiar wody. Odcieki z bocznych kontenerów odprowadzane są z poziomu ok. 30 cm poniżej powierzchni substratu. BIOFILTER z trzykontenerową kolumną i dwoma kontenerami bocznymi może przerobić do 5000 l ciekłych pozostałości rocznie.

VERTIBAC jest nowym rozwiązaniem wśród systemów bioremediacji, opracowanym i przetestowanym w Zakładzie Agrotechnologii Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach. Jego koncepcja funkcjonalna polega na kombinacji stanowiska bioremediacyjnego i dehydratacyjnego w celu maksymalizacji efektywności procesu biodegradacji przy stosunkowo niewielkich gabarytach. Założenia kompaktowe stanowisko VERTIBAC przeznaczone jest dla gospodarstw ogrodniczych, w których roczna objętość płynnych pozostałości do neutralizacji nie przekracza 1200-1500 l. Stanowisko składa się z dwóch szczelnych skrzyniopalet o pełnych ściankach ustawionych jedna nad drugą. Zbiorniki ustawione są na ramie z kółkami skrętnymi w celu łatwego przemieszczania całego stanowiska, np. do osłoniętego pomieszczenia podczas zimy. Górny zbiornik o całkowitej objętości 700 l zawiera ok. 0,5 m³ substratu oraz pozostałe składniki w takim samym układzie warstw co inne stanowiska bioremediacyjne. Zbiornik dolny o pojemności 400 l pełni rolę zbiornika buforowego oraz dehydratyzatora.

Płynne pozostałości ze zbiornika buforowego (dolnego) podawane są przez pompę na powierzchnię substratu w górnym zbiorniku, niewielkimi porcjami kilka razy dziennie. Przesączając się przez substrat zbierają się w warstwie drenażowej skąd grawitacyjnie spływają do zbiornika buforowego. W ten sposób system stanowi szczelny układ zamknięty, w którym krążące pozostałości płynne poddane są bioremediacji. Woda odparowuje zarówno z powierzchni substratu jak i bezpośrednio z lustra cieczy gromadzonej w zbiorniku buforowym (proces dehydratacji) dzięki zachowaniu 20-centymetrowej przestrzeni między zbiornikami. Dolny zbiornik przykryty jest siatką uniemożliwiającą dostęp do skażonej cieczy osobom postronnym oraz zwierzętom. Na powierzchni substratu utrzymuje się zieloną okrywą roślin np. zbóż. Efektywność odparowania wody z systemu z łatwością osiąga około 1200 l z 0,5 m³ substratu w ciągu całego sezonu ochrony upraw ogrodniczych.

Bioremediacja – zalety:

- prosta i praktyczna metoda biologicznej neutralizacji pozostałości ś.o.r

- możliwa do wykonania metodą gospodarczą
- umiarkowana cena
- średnia (VERTIBAC, BIOFILTER) lub wysoka (BIOBED, PHYTOBAC) objętość pozostałości o niskiej koncentracji s.cz.
- całkowita neutralizacja – brak materiałów odpadowych (zużyty substrat wykorzystać jako kompost: 1 m³/ha).

Dehydratacja to alternatywna metoda zagospodarowania ciekłych pozostałości po napełnianiu i myciu opryskiwacza, czyli odparowanie wody będącej objętościowym balastem pozostałości. Pozostały po odparowaniu wody osad należy bezpiecznie zutylizować w spalarni odpadów niebezpiecznych, korzystając z płatnej usługi specjalistycznej i uprawnionej firmy. Zaletą systemów dehydracyjnych jest możliwość zagospodarowania pozostałości w wysokim stężeniu substancji czynnych, oraz zawierających ropopochodne węglowodory, azot z nawozów mineralnych lub inne substancje niekorzystnie oddziałujące na mikroorganizmy glebowe (np. fungicydy miedziowe i siarkowe). Stanowiska dehydracyjne są bardzo proste w konstrukcji, a przebiegający w nich proces dehydratacji nie wymaga żadnej obsługi. Zanieczyszczona środkami ochrony roślin woda spływa z płyty betonowej do studzienki zbiorczej, a następnie zostaje przepompowana do zadaszonego zbiornika wyłożonego folią, na której po odparowaniu wody gromadzi się osad (szlam). Takie rozwiązanie zastosowano w systemach HELIOSEC i RemDray. W systemie OSMOFILM zanieczyszczona środkami ochrony ciecz gromadzona jest w worku o pojemności 250 litrów wykonanym z przezroczystej, polimerowej folii, będącej wodoszczelną membraną, przepuszczalną dla pary wodnej.

Literatura

- Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi (Dz.U. 2013, poz. 888).
- Rozporządzenie MRiRW z dn. 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (Dz.U. 2013, poz. 625)
- Doruchowski Grzegorz, Hołownicki Ryszard, Godyń Artur 2015. Poradnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin – Ochrona wód przed zanieczyszczeniami miejscowymi. Wydanie III, IO Skierniewice, ISBN: 978-83-89800-70-1: 94 ss. (<http://arc.inhort.pl/projekty-badawcze/inne-projekty-badawcze-w-ramach-wspolpracy-miedzynarodowej/projekt-topps-prowadis>)
- Doruchowski, G., Hołownicki, R., Świechowski, W., Godyń, A. 2014. Dobra Praktyka postępowania przy stosowaniu środków ochrony roślin. IO Skierniewice, ISBN 978-83-89800-63-3: 52 ss. (<http://arc.inhort.pl/serwis-ochrony-roslin/technika-ochrony-roslin/dobra-praktyka-stosowania-srodkow-ochrony-roslin>)
- Doruchowski, G. 2017. Poradnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin. Stanowiska bioremediacyjne – bezpieczne zagospodarowanie pozostałości. IO Skierniewice, ISBN: 978-83-89800-77-0: 62 ss. (<http://arc.inhort.pl/projekty-badawcze/inne-projekty-badawcze-w-ramach-wspolpracy-miedzynarodowej/projekt-topps-prowadis>)
- Doruchowski G. i Godyń A. 2009. Poradnik. Organizacja pokazów DPOOR. ISBN: 978-83-60573-33-4, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice. s. 35. (<http://arc.inhort.pl/projekty-badawcze/inne-projekty-badawcze-w-ramach-wspolpracy-miedzynarodowej/projekt-topps-prowadis>)
- Godyń A. i Doruchowski G. 2009. Poradnik. Mycie opryskiwaczy. ISBN: 978-60573-32-7, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice. s. 21. (<http://arc.inhort.pl/projekty-badawcze/inne-projekty-badawcze-w-ramach-wspolpracy-miedzynarodowej/projekt-topps-prowadis>)