

Dobra Praktyka Ochrony Roślin

**Zasady mieszania i łącznego stosowania
agrochemikaliów**

Poradnik dla doradców



**Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy:
Prof. dr hab. Stefan Pruszyński
dr Marek Wachowiak
mgr Stanisław Stobiecki**

Zdjęcie na okładkę: mgr Sławomir Drzewiecki

Spis treści:

- I. Wprowadzenie
- II. Uwarunkowania prawne
- III. Możliwości łącznego stosowania agrochemikaliów
- IV. Podstawowe badania mieszanin
 - IV.1. Badanie zgodności fizykochemicznej
 - IV.2. Badanie fitotoksyczności
 - IV.3. Ocena wyników
- V. Sporządzanie mieszanin agrochemikaliów
- VI. Ryzyko i zagrożenia towarzyszące łącznemu stosowaniu agrochemikaliów
- VII. Techniczne aspekty łącznego stosowania środków ochrony roślin i nawozów
 - VII.1. Najczęściej stosowane opryskiwacze polowe*
 - VII.2. Przegląd rozpylaczy*
 - VII.3. Dobór rozpylaczy do warunków zabiegu*
 - VII.4. Przygotowanie opryskiwacza do zabiegu*
- VIII. Termin zabiegu i warunki pogodowe
- IX. Podsumowanie
- X. Literatura

I. Wprowadzenie

W początkach lat 90. ubiegłego wieku bardzo znacznie wzrosło w Polsce, zarówno ze strony producentów rolnych i ogrodniczych jak i producentów środków dla produkcji rolniczej, zainteresowanie możliwością łącznego stosowania agrochemikaliów, a więc jednoczesnego stosowania różnych środków ochrony roślin, względnie środków ochrony roślin łącznie z nawozami płynnymi.

U podstaw tego wzrostu zainteresowania leżało kilka istotnych przyczyn. Jako pierwszą należy wymienić pogorszenie się sytuacji ekonomicznej polskiego rolnictwa i poszukiwanie przez producentów rolnych możliwości obniżania kosztów produkcji. Drugą przyczyną była rozbudowa programów ochrony poszczególnych upraw i nakładające się na siebie terminy stosowania różnych środków ochrony roślin. Nie bez znaczenia był tu również fakt wprowadzania na rynek środków ochrony roślin o zawężonym spektrum działania i potrzeba stosowania dodatkowych środków zabezpieczających zwalczanie pozostałych organizmów szkodliwych. Trzecia wreszcie przyczyna to podjęcie przez kilka przedsiębiorstw w Polsce produkcji i dystrybucji nawozów płynnych stosowanych dolistnie często w terminach zbieżnych ze stosowaniem środków ochrony roślin.

Nauka rolnicza, a szczególnie instytuty naukowe nadzorowane przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi przy wsparciu i współpracy ze strony producentów nawozów płynnych i środków ochrony roślin podjęły szerokie badania nad możliwością łącznego stosowania wytypowanych środków ochrony roślin i nawozów oraz tworzeniem tabel łącznego stosowania agrochemikaliów.

Wynikiem tych badań było opracowanie i wydanie przez Instytut Ochrony Roślin w latach 1995 i 1996 dwu broszur upowszechnieniowych dotyczących łącznego stosowania agrochemikaliów oraz wydanie w latach 1999 i 2002 wydawnictw książkowych: *„Łączne stosowanie agrochemikaliów w uprawach rolniczych”* oraz *„Łączne stosowanie agrochemikaliów”*. Szczególnie to drugie wydanie, w przygotowaniu którego uczestniczyli pracownicy Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa jak również producenci nawozów dolistnych zawierało pełne na tamte warunki informacje dotyczące łącznego stosowania agrochemikaliów. Kolejnym krokiem było opracowywanie tabel łącznego stosowania i ich publikowanie w zaleceniach dotyczących ochrony upraw rolniczych i ogrodniczych. Drukowanie takich tabel jest utrzymane w opracowywanym przez pracowników Instytutu Ogrodnictwa *„Programie ochrony roślin sadowniczych”*.

Analizując dziś po ponad 20. latach podjęte wtedy badania i działania głównie przez Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu i jego Oddział w Sośnicowicach oraz Instytut

Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach to należy podkreślić, że stworzono w tamtym okresie bardzo solidne podstawy dla opracowania zaleceń łącznego stosowania agrochemikaliów w naszym kraju.

W przygotowaniu możliwości łącznego stosowania uwzględniono wszystkie wymagane aspekty, to znaczy:

- wytypowanie kombinacji, które mogą mieć zastosowanie w praktyce (np. zbieżność terminu stosowania),
- wykonanie testów fizykochemicznych dających odpowiedź co do możliwości łączenia różnych substancji czynnych lub substancji czynnych środków z nawozami,
- sprawdzenie w doświadczeniach szklarniowych i poletkowych skuteczności mieszanin oraz ich ewentualnego działania fitotoksycznego na rośliny uprawne,
- ustalenie ekonomicznej zasadności zalecania poszczególnych mieszanin agrochemikaliów,
- szczegółowe ustalenie warunków technicznych przygotowania mieszanin i ich stosowania.

Pozytywne wyniki wykonanych badań stawały się podstawą do zalecania mieszanin do stosowania w praktyce.

Kolejne lata nie przyniosły jednak dalszego rozwoju badań może z wyjątkiem ograniczania zachwaszczenia, gdzie po wycofaniu ze stosowania głównie atrazyny zaistniała potrzeba opracowania nowych programów zwalczania chwastów. W wyniku realizacji postanowień Dyrektywy 91/414 EWG systematycznie zmniejszała się liczba dopuszczonych do stosowania substancji czynnych, a producenci nawozów płynnych posiadali określoną liczbę wyników pozwalających na zalecanie łącznego stosowania ich produktów z substancjami czynnymi środków ochrony roślin.

Niepokojącym zjawiskiem stało się natomiast dowolne łączenie różnych substancji czynnych między sobą i z nawozami przez producentów rolnych i ogrodniczych. Jedynym zaleceniem w tym przypadku powtarzanym bardzo często w artykułach popularno-naukowych było polecenie wymieszania w słoiku przewidzianych do stosowania substancji czynnych i obserwowanie czy nie dochodzi pomiędzy nimi do widocznej reakcji. Ten prosty test w niewielkim jednak stopniu wyjaśnia nie tyle możliwość połączenia substancji czynnych ile ich skuteczność i ewentualną fitotoksyczność mieszaniny dla roślin uprawnych.

To, chociaż niezgodne z przepisami zjawisko, jest jednocześnie bardzo silnym potwierdzeniem potrzeby dostarczenia producentom rolnym i ogrodniczym opartych na podstawach naukowych zaleceń łącznego stosowania agrochemikaliów. Konieczność stałego podnoszenia konkurencyjności polskiego rolnictwa wymusza na profesjonalnych producentach poszukiwanie oszczędności i ograniczenie kosztów produkcji, a możliwość taką

daje na pewno łączne stosowanie agrochemikaliów. Za potrzebą podjęcia i prowadzenia badań nad łącznym stosowaniem agrochemikaliów przemawia również fakt bardzo ograniczonych informacji w tym zakresie zawartych w etykietach stosowania środków ochrony roślin. Dodatkowo producenci środków ochrony roślin jeżeli już podają tabele łącznego stosowania to dotyczą one własnych produktów i nie obejmują wszystkich możliwych kombinacji.

Zaistniała sytuacja podkreśla też bardzo znaczenie służb doradczych, które powinny być przygotowane do udzielenia producentowi rolnemu i ogrodniczemu pełnej informacji na temat aktualnych zaleceń łącznego stosowania agrochemikaliów, a także co należy zastosować w zależności od sytuacji fitosanitarnej na polu lub w sadzie.

Istnieje przy tym potrzeba dalszego prowadzenia szerokich badań nad łącznym stosowaniem agrochemikaliów i aktualizacji tabel łącznego stosowania oraz podjęcia działań upowszechnieniowych mając na uwadze zarówno korzyści, jakie mogą wynieść producenci profesjonalni, ale także, aby ograniczyć zużycie środków ochrony roślin i wspomnianą wcześniej dowolność mieszania.

II. Uwarunkowania prawne

Omawiając zalety łącznego stosowania agrochemikaliów nie można zapominać, że oprócz ograniczenia liczby wjazdów w pole i możliwości zwalczania większej grupy organizmów szkodliwych, łączne stosowanie pozwala często na uzyskanie wyższej skuteczności zabiegu, a więc prowadzi do zredukowania potrzeby kolejnych zabiegów i stosowania większej ilości środków ochrony roślin. To bardzo ważny argument przemawiający za łącznym stosowaniem agrochemikaliów zgodny z aktualną polityką Unii Europejskiej w zakresie ochrony zdrowia ludzi i środowiska przy stosowaniu pestycydów.

Zadania i obszary priorytetowe w zakresie działań w sprawie środowiska i zdrowia ludzi w aspekcie stosowania środków ochrony roślin określa w Unii Europejskiej podstawowy dokument, jakim jest Szósty Wspólnotowy Program Działań w Zakresie Środowiska Naturalnego. Do najważniejszych działań dokument ten zalicza wprowadzenie tzw. Strategii Tematycznej w Sprawie Zrównoważonego Stosowania Pestycydów. Strategia ma być ukierunkowana m.in. na:

- zminimalizowanie niebezpieczeństw i zagrożeń dla zdrowia i środowiska naturalnego wynikających ze stosowania pestycydów,
- poprawienie kontroli stosowania i dystrybucji pestycydów,

- zachęcenie do stosowania niskich dawek lub upraw bez pestycydów m.in. poprzez pobudzenie świadomości użytkowników, promowanie stosowania kodeksów dobrych praktyk i rozważenia zastosowania instrumentów finansowych.

Konsekwencją takiego stanowiska jest art. 55 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 1107/2009 będącego ustawowym zapisem celów Strategii Tematycznej, który stanowi: *„Środki ochrony roślin muszą być stosowane właściwie. Właściwe stosowanie obejmuje stosowanie zasad dobrej praktyki ochrony roślin i spełnienie warunków ustanowionych zgodnie z art. 31 i podanymi w etykietach. Musi być ono również zgodne z przepisami Dyrektywy 2009/128/WE, a szczególności z ogólnymi zasadami integrowanej ochrony roślin, o których mowa w Art. 14 tej dyrektywy oraz w załączniku III do niej, które będą stosowane najpóźniej dnia 1 stycznia 2014 r.”* Tym samym od dnia 14 czerwca 2011 r. stosowanie przez rolników dawek środków ochrony roślin niższych niż wskazane w etykietach tych środków lub łączenie ich z innymi agrochemikaliami nie jest sprzeczne z prawem. Obowiązek przestrzegania zapisów etykiety został ograniczony jedynie do tych określonych w niej wymagań, które mają istotne znaczenie dla zdrowia człowieka oraz dla bezpieczeństwa środowiska naturalnego, tj. m.in. maksymalnej dawki środka ochrony roślin, okresu pomiędzy ostatnim zastosowaniem środka ochrony roślin a zbiorem, czy też maksymalnej liczby zastosowań środka ochrony roślin w ciągu roku. Zgodnie z przepisami rozporządzenia Nr 1107/2009 nie ma natomiast obowiązku przestrzegania zapisów etykiety środka ochrony roślin, dotyczących jego minimalnej dawki lub możliwości łączenia go z innymi agrochemikaliami (chyba, że etykieta zawierałaby wyraźny zakaz łączenia środka ochrony roślin z określonymi chemikaliami, ze względu na niebezpieczeństwo z tym związane).

Jednocześnie, zgodnie z definicją „dobrej praktyki ochrony roślin”, określoną w art. 3 pkt 18 rozporządzenia Nr 1107/2009 *„zabiegi z użyciem środków ochrony roślin stosowanych do danych roślin lub produktów roślinnych, zgodnie z warunkami dozwolonego stosowania, są wybierane, dawkowane i planowane tak, aby zapewnić akceptowalną skuteczność przy minimalnej niezbędnej ilości, z właściwym uwzględnieniem miejscowych warunków oraz możliwości zwalczania metodami mechanicznymi i biologicznymi”*.

Ponadto zgodnie z tym zapisem w art. 14 dyrektywy PE i Rady 2009/128/WE poświęconym integrowanej ochronie roślin w ust. 1 czytamy: *„Państwa członkowskie podejmują wszelkie konieczne środki do stosowania ochrony roślin o niskim zużyciu pestycydów, przyznając zawsze, gdy to możliwe, pierwszeństwo metodom niechemicznym, aby profesjonalni użytkownicy pestycydów przechodzili na stosowanie dostępnych praktyk*

i produktów do walki z danym organizmem szkodliwym, które stanowią najmniejsze zagrożenie dla zdrowia ludzi i środowiska. Ochrona roślin o niskim zużyciu pestycydów obejmuje integrowaną ochronę roślin ...”

Natomiast w załączniku III do dyrektywy ustalającym: „Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin” w pkt 6 określa się, że „Użytkownik profesjonalny powinien ograniczać stosowanie pestycydów i inne formy interwencji do niezbędnego poziomu np. poprzez zredukowanie dawek, ograniczenie liczby wykonanych zabiegów lub stosowanie dawek dzielonych, biorąc pod uwagę, czy można zaakceptować dany poziom zagrożenia roślin i czy interwencje te nie zwiększą ryzyka rozwoju odporności organizmów szkodliwych”.

Również polska ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin wprowadza w art. 35 ust 3 obowiązek prowadzenia ochrony roślin zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin, a w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin w paragrafie 1 ust 2 pkt. 2 zaleca ograniczenie liczby zabiegów i ilości stosowanych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum.

Jakkolwiek określenia „ograniczenie liczby zabiegów” nie można traktować jako bezpośrednie zalecenie łącznego stosowania środków ochrony roślin, to jednak łączne stosowanie jest na pewno jedną z możliwości uzyskania takiego efektu.

Również Dobra Praktyka Ochrony Roślin w pkt. dotyczącym terminów, liczby i częstotliwości zabiegów ochrony roślin omawia mieszanie środków ochrony roślin zwracając uwagę na potrzebę przestrzegania zaleceń i zachowanie daleko idących środków ostrożności.

Przedstawiając obecne tendencje w rozwoju i realizacji ochrony upraw przed organizmami szkodliwymi oraz istotne miejsce łącznego stosowania agrochemikaliów w obecnych i przyszłych programach ochrony podkreślić należy, że stosując łącznie środki ochrony roślin oraz środki ochrony roślin z nawozami należy bezwzględnie przestrzegać wszystkich uwarunkowań prawnych związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin. Łączne stosowanie nie tylko, że nie zwalnia z obowiązku podporządkowania się przepisom zawartym w Rozporządzeniu PE i Rady Nr 1107/2009, ustawie o środkach ochrony roślin oraz w etykiecie środka, ale wymusza i zobowiązuje do jeszcze większej ostrożności niż przy stosowaniu pojedynczego środka. Znajdując zatem uzasadnienie dla łącznego stosowania nie wolno zapominać o związanych z tą formą stosowania pestycydów przeciwwskazaniach i zagrożeniach. Należy także pamiętać, że zgodnie z przepisami rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r. w sprawie szczegółowego sposobu

stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania nawozy mogą być stosowane łącznie ze środkami ochrony roślin jedynie wówczas, gdy jest to przewidziane w instrukcji stosowania środka ochrony roślin lub nawozu.

III. Możliwości łącznego stosowania agrochemikaliów

Zalety łącznego stosowania agrochemikaliów, a do nich zaliczyć należy oszczędność paliwa i ułatwienie organizacji pracy w gospodarstwie, mniej wjazdów w pole i ograniczenie ugniatania gleby, możliwość jednoczesnej ochrony przed różnymi agrofagami, lepszą skuteczność w przypadku synergistycznego oddziaływania łączonych substancji czynnych czy wreszcie możliwość połączenia zabiegu ochroniarskiego z nawożeniem, powodują, że ten sposób stosowania agrochemikaliów cieszy się dużym zainteresowaniem i jest chętnie stosowany przez producentów rolnych. Błędem byłoby jednak założenie, że jeżeli łączne stosowanie ma tyle zalet to można je stosować powszechnie mieszając w zbiorniku opryskiwacza różne substancje czynne i nawozy płynne bez wcześniejszych badań i szczegółowych ustaleń. Dlatego też podobnie jak w odniesieniu do pojedynczego środka ochrony roślin należy w przypadku łącznego stosowania dostosowywać się do zaleceń przygotowanych przez jednostki naukowe i producentów środków, a także korzystać z porad doradców.

Rozważając możliwość łącznego stosowania agrochemikaliów należy pamiętać, że w wielu przypadkach produkowane środki ochrony roślin już zawierają więcej niż jedną substancję czynną.

Dotyczy to nie tylko zapraw nasiennych, ale także fungicydów (np. Baytan Universal 094 FS zawiera trzy substancje czynne), herbicydów (np. trzy substancje czynne zawiera Colzor Trio 405 EC) czy insektycydów (np. trzyskładnikowy Cruiser OSR 322 FS). Każde następne połączenie wymaga ustalenia reakcji ze wszystkimi obecnymi w środku substancjami.

Podstawowym natomiast warunkiem łącznego stosowania agrochemikaliów jest całkowita zbieżność terminów opryskiwania środkami ochrony roślin, czy też terminów zwalczania organizmów szkodliwych i nawożenia dolistnego. Szczegółowa analiza terminów jest podstawą do wytypowania możliwych do późniejszego zastosowania kombinacji i ich dalszego badania.

Należy z całą mocą podkreślić, że jakiegokolwiek próby naginania terminów w celu jednoczesnego zastosowania różnych środków ochrony roślin i nawozów są niedopuszczalne i grożą brakiem skuteczności zabiegu oraz nieprzewidzianą reakcją rośliny uprawnej.

Tu należy przypomnieć, że właścicielem etykiety jest producent środka ochrony roślin i on ponosi odpowiedzialność w przypadku braku skuteczności zabiegu. Dotyczy to jednak tylko sytuacji, gdy środek został zastosowany zgodnie z etykietą, natomiast nie dotyczy innych zastosowań w tym łącznego stosowania z innymi środkami, jeżeli nie jest to uwzględnione w etykiecie. Odpowiedzialność wtedy ponosi wykonujący zabieg i nie ma on podstaw do wystąpienia o odszkodowanie. Dlatego należy przestrzegać producentów rolnych przed dowolnością łączenia agrochemikaliów.

Jest rzeczą zrozumiałą, że łączne stosowanie powinno dotyczyć jedynie przypadków uzasadnionych wystąpieniem organizmów szkodliwych, których liczebność zamierzamy ograniczyć oraz w optymalnych terminach zalecanych do zwalczania tych agrofagów.

Znaczny wzrost zainteresowania łącznym stosowaniem agrochemikaliów nastąpił, kiedy w wyniku realizacji postanowień Dyrektywy 91/414 EWG i ponownego przeglądu, ze stosowania w krajach Unii Europejskiej usunięto około dwie trzecie zalecanych wcześniej substancji czynnych. Ograniczone zostały nie tylko możliwości ochrony niektórych upraw, głównie małoobszarowych, ale także zmniejszyły się możliwości rotacji środków ochrony roślin w celu zapobiegania odporności oraz wycofane zostały substancje czynne często o szerszym spektrum działania.

Powstała sytuacja, w której w celu jednoczesnego zwalczania np. większej liczby gatunków niepożądanego rośliności (chwastów) istnieje konieczność łącznego zastosowania przynajmniej dwu herbicydów.

Przygotowując się do wykonania zabiegu należy pamiętać, że chociaż publikowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi rejestr środków ochrony roślin pod względem liczebności niewiele się zmienił, to jak napisano wcześniej bardzo ograniczona została liczba substancji czynnych.

Coraz częściej mamy do czynienia z faktem, że w rejestrze widnieje kilka lub nawet kilkanaście środków zawierających tę samą substancję czynną, a więc o podobnym czy nawet identycznym działaniu. Dlatego też przed przystąpieniem do planowanego zabiegu należy szczegółowo zapoznać się z etykietami środków i stosować takie, których działanie się uzupełnia i zabezpiecza zwalczanie organizmów szkodliwych, przeciw którym ma być wykonany zabieg. Ponownie bardzo ważną rolę odgrywa tu kontakt z doradcą rolniczym.

Generalnie należy pamiętać, że stosując łącznie środki ochrony roślin należy bezwzględnie przestrzegać okresów karencji i prewencji obowiązujących dla każdego z zastosowanych środków, a ograniczenia i przeciwwskazania zawsze przyjmować dla środka najbardziej toksycznego.

Idealnym rozwiązaniem byłoby, gdyby wszystkie ustalone na podstawie zbieżności terminów stosowania mieszaniny środków ochrony roślin i nawozów były szczegółowo przebadane w laboratoriach instytutów badawczych. Badania te omówione szczegółowo w dalszej części tego opracowania obejmują m.in.:

- opracowanie listy możliwych do zastosowania kombinacji środków ochrony roślin oraz środków ochrony roślin z nawozami,
- określenie na podstawie testów fizykochemicznych możliwości łączenia poszczególnych substancji czynnych pomiędzy sobą i z nawozami,
- sprawdzenie w testach szklarniowych i poletkowych fitotoksyczności mieszanin dla roślin uprawnych,
- określenie w warunkach polowych fitotoksyczności mieszanin,
- ustalenie warunków łącznego stosowania agrochemikaliów wraz z przeciwwskazaniami,
- ustalenie list zalecanych mieszanin oraz listy substancji, które nie mogą być stosowane łącznie,
- określenie ekonomicznych uwarunkowań zastosowania mieszaniny,
- stałe uzupełnianie zaleceń poprzez włączenie do badań nowo dopuszczonych środków ochrony roślin oraz nawozów.

Tak przygotowane listy łącznego stosowania dają dobrą gwarancję udanego i skutecznego wykorzystania tej możliwości. Należy jednak pamiętać, że każde zastosowanie środków ochrony roślin oraz nawozów powinno uwzględniać lokalne, aktualne warunki fitosanitarne na plantacji i od stanu uprawy, warunków klimatycznych i realnych zagrożeń zależeć powinna decyzja o przeprowadzeniu zabiegu w ogóle, a tym bardziej łączonego. Zalecenia z zasady mogą być takie same, ale ich wykorzystanie zawsze musi uwzględniać lokalne uwarunkowania.

Rozważając całościowo łączne stosowanie agrochemikaliów, może stać się ono powszechnym zabiegiem ochroniarskim i nawożeniowym w wielu uprawach rolniczych i ogrodniczych.

Możliwości są bowiem bardzo szerokie, a korzyści bardzo zachęcające. Przykładem do takiego traktowania łącznego stosowania jest wymieniony już wcześniej podręcznik wydany przez Instytut Ochrony Roślin „*Łączne stosowanie agrochemikaliów*”. Obok rozdziałów wprowadzających omawiających ekonomiczne aspekty łącznego stosowania, sporządzanie mieszanin, bezpieczeństwo, zasady dokarmiania roślin, fizyko-chemiczne podstawy oraz zastosowanie adiutantów i dawek dzielonych, podane są tabele łącznego stosowania agrochemikaliów w podstawowych uprawach rolniczych: bobik, burak cukrowy, groch

kukurydza, rzepak ozimy, zboża i ziemniak oraz ogrodniczych: sady gruszkowe, jabłoniowe, wiśniowe, czarna porzeczka i truskawka. To najpełniejsze jak dotąd opracowanie dotyczące łącznego stosowania agrochemikaliów w Polsce i chociaż wiele z podanych w tym opracowaniu kombinacji jest już nieaktualna to warto zapoznać się z tym podręcznikiem nawet dla wyrobienia sobie właściwego poglądu na zalety i możliwości łącznego stosowania.

Bardzo ważną zaletą podręcznika jest podanie w tabelach tych kombinacji, w których występuje zbieżność terminów stosowania różnych środków ochrony roślin oraz konkretne przykłady łączenia różnych środków. To bardzo ułatwia podjęcie własnych działań. Jeżeli do tego dodamy opartą na wydanych w IOR – PIB „*Poradnikach Sygnalizatora*” oraz bieżących informacji uzyskanych od doradców wiedzę na temat występowania i nasilenia występowania organizmów szkodliwych to łatwo już będzie ustalić i potrzebę zabiegu i dobór środków ochrony roślin.

Natomiast obecnie informacji na temat możliwości łącznego stosowania agrochemikaliów należy poszukiwać w oficjalnych zaleceniach przygotowywanych przez instytuty naukowe, w etykietach środków ochrony roślin, zaleceniach producentów środków ochrony roślin oraz nawozów płynnych, a także w Ośrodkach Doradztwa Rolniczego.

W sytuacji, gdy zabraknie oficjalnych informacji pozostaje wykonanie własnego testu i podjęcie właściwej decyzji.

Możliwości i potrzeby w zakresie łącznego stosowania agrochemikaliów są olbrzymie, ale ich wykorzystanie musi być oparte na właściwym doborze substancji czynnych i nawozów oraz wiedzy doradcy, rolnika i ogrodnika.

IV. Podstawowe badania mieszanin

Korzyści ze stosowania metody „tank-mix” są bezsporne. Nie można jednak zapomnieć, że mieszanie różnych składników jest zawsze niebezpieczne. Eksperymentowanie bez poprzedzenia dokładnymi badaniami może doprowadzić do znacznych strat spowodowanych uszkodzeniami roślin, pogorszeniem skuteczności działania i trudnościami przy wykonywaniu zabiegów ze względu na zatykanie się, w niektórych przypadkach, dysz opryskiwacza spowodowane niespodziewanym wytrąceniem się osadów. Przyczyną tych negatywnych zjawisk może być niezgodność chemiczna, fizykochemiczna lub zespół innych przyczyn zewnętrznych jak np. niska temperatura wody, twardość samej wody, zła kolejność mieszania, temperatura i wilgotność powietrza, itp. Niezbędne jest więc całościowe rozpatrywanie wszystkich czynników, które może nastąpić tylko w oparciu o badania każdej konkretnej kombinacji agrochemikaliów przeprowadzone przed jej zaleceniem i stosowaniem w praktyce

rolniczej. Zagadnienie jest trudne i z praktyki wiadomo, że łączenie agrochemikaliów zawsze wiąże się z ryzykiem uszkodzenia opryskiwanych roślin, i że nawet znane i dobrze przebadane mieszaniny mogą przy splocie niekorzystnych warunków środowiskowych, technicznych i klimatycznych spowodować poparzenia roślin lub niezadowalającą skuteczność zabiegu ochronnego. Konieczna jest duża ostrożność i umiejętność prawidłowego wykorzystania dostępnych informacji, zaleceń i porad fachowców.

Instytuty naukowe przy bardzo dużym zaangażowaniu przedsiębiorstw produkujących nawozy i producentów środków ochrony roślin prowadzą badania w tym zakresie. Obejmują one następujące zagadnienia:

- opracowywanie propozycji mieszanin agrochemikaliów dla poszczególnych upraw z uwzględnieniem „popularności” i uniwersalności środków ochrony roślin i pokrywania się terminów zabiegów,
- testowanie zgodności fizykochemicznej wytypowanych mieszanin,
- sprawdzanie fitotoksyczności na wrażliwych roślinach testowych,
- badanie, w niektórych przypadkach, skuteczności kombinacji agrochemikaliów w warunkach ścisłych doświadczeń poletkowych lub w doświadczeniach łanowych.

IV.1. Badanie zgodności fizykochemicznej

Metodyka tych badań nie zmieniła się w ostatnich kilku latach. Polega ona na empirycznym sprawdzeniu kilku podstawowych parametrów jakościowych cieczy użytkowej sporządzonej przez wymieszanie badanych składników. Głębsze wnikanie w chemizm tego procesu nie ma uzasadnienia, gdyż w praktyce mamy do czynienia z dużą zmiennością składu form użytkowych środków ochrony roślin i nawozów i stale nowymi typami form użytkowych, co ma decydujący wpływ na jakość proponowanej mieszaniny. Podstawową sprawą w prawidłowości postępowania, a co za tym idzie w uzyskiwaniu powtarzalnych wyników, które można odnieść do praktyki, - ma ocena wizualna dokonywana przez jedną osobę – doświadczonego technika analityka. Przed przystąpieniem do badania mieszanin bada się własności cieczy użytkowych sporządzonych z czystych składników: w stężeniu zalecanym i w stężeniu podwójnym w stosunku do zalecanego. Wnikliwa obserwacja ewentualnych zmian w czasie i porównanie do zachowania mieszanin w tych samych warunkach ma bardzo duże znaczenie w testowaniu zgodności fizykochemicznej.

Testowane parametry jakościowe to:

- trwałość zawiesiny wodnej – w przypadku, gdy ciecz robocza jest zawiesiną składników,

- trwałość emulsji wodnej – w przypadku, gdy tworzy się emulsja,
- trwałość i jakość roztworu wodnego – w przypadku środków rozpuszczalnych w wodzie,
- pH mieszaniny,
- trwałość piany.

Trwałość zawiesiny

Trwałość zawiesiny jest najważniejszym parametrem jakościowym środków ochrony roślin w formach użytkowych, które po rozpuszczeniu w wodzie tworzą zawiesinę. Są to: WP (proszek do sporządzenia zawiesiny wodnej), WG (granule do sporządzenia zawiesiny wodnej), SC (koncentrat w postaci stężonej zawiesiny), CS (zawiesina kapsuł), SE (zawiesino-emulsja), DC (koncentrat Dyspergujący). Parametr ten oznacza się w przypadku, gdy co najmniej jeden ze środków użyty w badanej kombinacji występuje w formie, która daje zawiesinę. Oznaczenie wykonuje się metoda wagową, która jest szybka i tania. Nie jest wtedy wymagane ilościowe oznaczenie zawartości substancji czynnej w odpowiedniej części sporządzonej zawiesiny (po odstaniu). Zawiesiny sporządza się w wodzie standardowej (o określonej twardości) w cylindrach pomiarowych o pojemności 250 ml w stężeniu zalecanym i podwójnym w stosunku do zalecanego. Po pół godzinie usuwa się 225 ml zawiesiny, a pozostałe 25 ml przenosi się ilościowo do porcelanowej parownicy i suszy do stałej masy. Trwałość zawiesiny oblicza się według wzoru podanego w normie (Polska Norma, 1997). Powinna ona być dla większości środków ochrony roślin i ich mieszanin powyżej 70% - natomiast w testowaniu mieszanin do celów zbadania możliwości łącznego stosowania przyjęto 50% jako dolną granicę trwałości. Częstki preparatów zawiesinowych opadają w zawiesinie wodnej tym szybciej, im większe są ich rozmiary, im wyższy jest ich ciężar właściwy i im mniejsza jest lepkość fazy ciekłej. W przypadku mieszania proszków do zawiesin może nastąpić osłabienie jakości zawiesiny przez aglomerowanie się cząsteczek, jak i przez chemiczną niezgodność środków pomocniczych. Skrajnym tego efektem może być flokulacja. Flokulacja mieszaniny widoczna jest gołym okiem w postaci wystąpienia kłaczków, grudek lub miejscowych przejaśnień zawiesiny. Flokulację może spowodować również obniżenie pH i obecność różnych soli w wodzie użytej do sporządzenia cieczy użytkowej z innych dodatków.

Trwałość emulsji

Parametr ten oznacza się według polskiej normy (Polska Norma, 1998). Testowanie jakości emulsji wykonuje się, gdy badana mieszanina zawiera jeden (lub więcej) środków w formie użytkowej tworzącej emulsję wodną. Najczęściej spotyka się następujące takie formy użytkowe: EC (koncentrat do sporządzania emulsji wodnej), EW (emulsja olej w wodzie), SE (zawiesino-emulsja), EO (emulsja woda w oleju). Badaną mieszaninę tworzącą emulsję umieszcza się w cylindrze pomiarowym o pojemności 100 ml w standardowej wodzie twardej w stężeniach zaleconym i podwójnym w stosunku do zalecanego. Obserwuje się spontaniczność tworzenia się emulsji, jej trwałość po 0,5; 2; 24 godzinach. Ocena trwałości polega na wizualnym określeniu jednorodności emulsji, obecności „przejaśnień” i ilości wydzielających się po określonych czasach obserwacji – oleju, osadu lub śmietanki. Trwałość emulsji jest jej najważniejszym parametrem jakościowym. Od trwałości emulsji, podobnie jak od trwałości zawiesiny zależy prawidłowe wykonanie zabiegu, dobra skuteczność i brak niespodziewanych efektów fitotoksyczności. Różne formy użytkowe różnych preparatów posiadają często odmienne emulgatory. Mieszając ciecze użytkowe – mieszamy również emulgatory i to może być powodem, w przypadku ich niezgodności chemicznej, wystąpienia zjawiska obniżenia jakości emulsji powstałej mieszaniny. W emulsjach wodnych cząsteczki środków powierzchniowo czynnych tworzą dzięki swej budowie warstewki ochronne wokół kropeł roztworu organicznego w przypadku emulsji typu O/W – olej w wodzie (najczęściej spotykane). Niezgodność polega na użyciu różnych typów środków powierzchniowo czynnych mogących nawzajem likwidować swoje działanie. W takich przypadkach może dojść nawet do „zważenia” emulsji lub do wytrącenia oleju, osadu lub trwałych przejaśnień. Zasady klasyfikacji emulsji są bardziej złożone, gdyż biorą pod uwagę kilka parametrów. Ogólnie można stwierdzić, że nie dopuszcza się oleju i osadu i dyskwalifikuje się mieszaniny o utrudnionej zdolności do reemulgowania.

Jakość roztworu

Badanie jakości roztworu wykonuje się wtedy, gdy badana mieszanina zawiera wszystkie składniki rozpuszczalne w wodzie. Środki ochrony roślin rozpuszczalne w wodzie posiadają następujące symbole formy użytkowej: SP (proszek rozpuszczalny w wodzie), SG (granule rozpuszczalne w wodzie), SL (koncentrat rozpuszczalny). Obecne w badanej kombinacji składniki rozpuszczają się w wodzie w stężeniu zalecanym i podwójnym w stosunku do zalecanego. Dokonuje się wizualnych obserwacji w okresie 12 godzin

od zmieszania składników. Ocena polega na określeniu jednorodności roztworu, braku zmian w wyglądzie i stwierdzeniu czy nie pojawia się osad na dnie lub jego zawiesina.

pH mieszaniny

Znaczenie tego parametru wynika z niebezpieczeństwa uszkodzeń roślin w przypadku cieczy zbyt kwaśnej (o niskim pH). Wskazane jest więc, by ciecz do opryskiwania miała pH zbliżone do 7. Wartość pH pojedynczych cieczy użytkowych, które mają być zmieszane ze sobą zależy oczywiście od pH wody użytej do sporządzenia cieczy użytkowej. W przypadku jeśli pH mieszaniny znacznie odbiega od pH pojedynczych łączonych cieczy użytkowych jest to sygnał, że mogło dojść do reakcji chemicznych, które te zmiany spowodowały. Po wymieszananiu zmiana „znaczna” pH – to jest zmiana o więcej niż 2 jednostki pH. W takim przypadku należy bardzo ostrożnie zbadać inne parametry, a decyzję o łącznym zabiegu dokładnie rozważyć. Do przyjęcia jest zakres pH 4-9, o którym z doświadczeń nad fitotoksycznością wiadomo, że nie powoduje negatywnych efektów na roślinach testowych. Obserwacji musi być zawsze poddany fakt istotnej zmiany pH mieszaniny w stosunku do pH cieczy poszczególnych jej składników.

Trwałość piany

Trwałość piany oznacza się według polskiej normy (Polska Norma, 1985). Oznaczenie polega na umieszczeniu badanej mieszaniny, o stężeniu zalecanym i podwójnym, w standardowej wodzie twardej, - w specjalnym cylindrze. Zawartość cylindra miesza się przez odwrócenie cylindra o 180° i powrót do pozycji poprzedniej 30 razy. Po odstawieniu cylindra i pozostawieniu w spokoju po 1 i po 4 minutach odczytuje się objętość utworzonej w cylindrze piany. Zdolność do pienienia się emulsji lub zawiesin środków ochrony roślin jest zjawiskiem niepożądanym. Pienienie występuje podczas mieszania, przelewania i przygotowywania cieczy użytkowej. Nadmierne pienienie utrudnia prace aparatury służącej do opryskiwania i powoduje słabą jakość zabiegów ochronnych. Poza tym obfite pienienie powoduje trudności z właściwym przygotowaniem cieczy użytkowej, może spowodować przedostanie się pewnych ilości cieczy na zewnątrz opryskiwacza. Wprowadzenie do formy użytkowej środków przeciwpiannych oraz użycie specjalnych emulgatorów powoduje ograniczenie tego negatywnego zjawiska, które ma bezpośredni wpływ na zachowanie się cieczy użytkowej na powierzchni chronionych liści. Mieszanie kilku składników stwarza niebezpieczeństwo zaistnienia wzajemnych niezgodności składników pomocniczych form użytkowych. Trwałość piany wyraża się jej ilością utrzymującą się po określony czasie.

IV.2. Badanie fitotoksyczności

Sprawdzanie wystąpienia negatywnych objawów w formie uszkodzeń roślin wykonuje się w warunkach szklarniowych na wrażliwych roślinach testowych. Najczęściej testowanie fitotoksyczności badanych kombinacji przeprowadza się na siewkach gorczycy białej. W niektórych przypadkach używa się innych roślin testowych lub roślin uprawnych, na których zalecane jest stosowanie mieszanin. W badaniach nad fitotoksycznością mieszanin środków ochrony roślin stosuje się dawkę zalecaną i dawki większe, zwykle podwójne. Po przeprowadzeniu aplikacji w odpowiedniej fazie rozwojowej roślin prowadzi się systematyczne obserwacje dokonując ocen stanu roślin po 1, 3, 14 i 21 dniach od wykonania zabiegu.

Określa się występowanie plam, całkowitych nekroz, poparzeń, chlorozy i innych zmian w wybarwieniu roślin. Odnotowuje się zmiany morfologiczne oraz modyfikacje w cyklu rozwojowym oraz inhibicje i stymulacje rozwoju. Określa się czas trwania i częstotliwość objawów oraz inne cechy charakteryzujące wigor roślin. Badania nad fitotoksycznością prowadzi się także w warunkach ścisłych doświadczeń poletkowych, gdzie oprócz poprzednio wymienionych ocen analizuje się wpływ stosownych mieszanin na ilość i jakość plonu. W celu określenia fitotoksyczności łącznie zastosowanych zapraw stosuje się badanie energii i siły kiełkowania nasion w testach laboratoryjnych i w doświadczeniach poletkowych, gdzie określa się przerzedzenie roślin, a także np. w przypadku zbóż liczbę rozkrzewień i źdźbeł kłosonośnych. Fitotoksyczność jest oceniana z zastosowaniem skali bonitacyjnej 1°-9° EWRS lub przy bezpośrednim określeniu procentu uszkodzeń w stosunku do obiektów kontrolnych i w każdym przypadku charakter uszkodzeń jest opisywany. Każda mieszanina oceniana jest indywidualnie z uwzględnieniem charakterystycznych dla określonej kombinacji uwarunkowań. W razie potrzeby, w specjalnych przypadkach można wykonać test określających wpływ fitotoksyczności na jakość produktów pochodzących z roślin traktowanych mieszaninami środków ochrony roślin.

IV.3. Ocena wyników

Opisane wyżej parametry jakościowe dotyczące zgodności fizykochemicznej i fitotoksyczności są przedmiotem oceny w skali trójstopniowej:

- (+) – wynik pozytywny
- (+ -) – wynik wątpliwy (na granicy wymagań)
- (-) – wynik negatywny

Na podstawie cząstkowych ocen poszczególnych parametrów dokonuje się oceny zbiorczej dla badanej kombinacji badanych składników. Przyjmuje się zasadę, że w przypadku, gdy mieszanina uzyska wynik (+ -) lub (-) dla fitotoksyczności lub zgodności fizykochemicznej automatycznie cała ocena jest identyczna.

Łączny wynik dla badanej mieszaniny:

- (+) – oznacza, że można stosować łącznie
- (+ -) – oznacza, że należy zachować szczególną ostrożność, gdyż w niesprzyjających warunkach mogą wystąpić negatywne efekty
- (-) – oznacza, że nie można stosować łącznie

V. Sporządzanie mieszanin agrochemikaliów

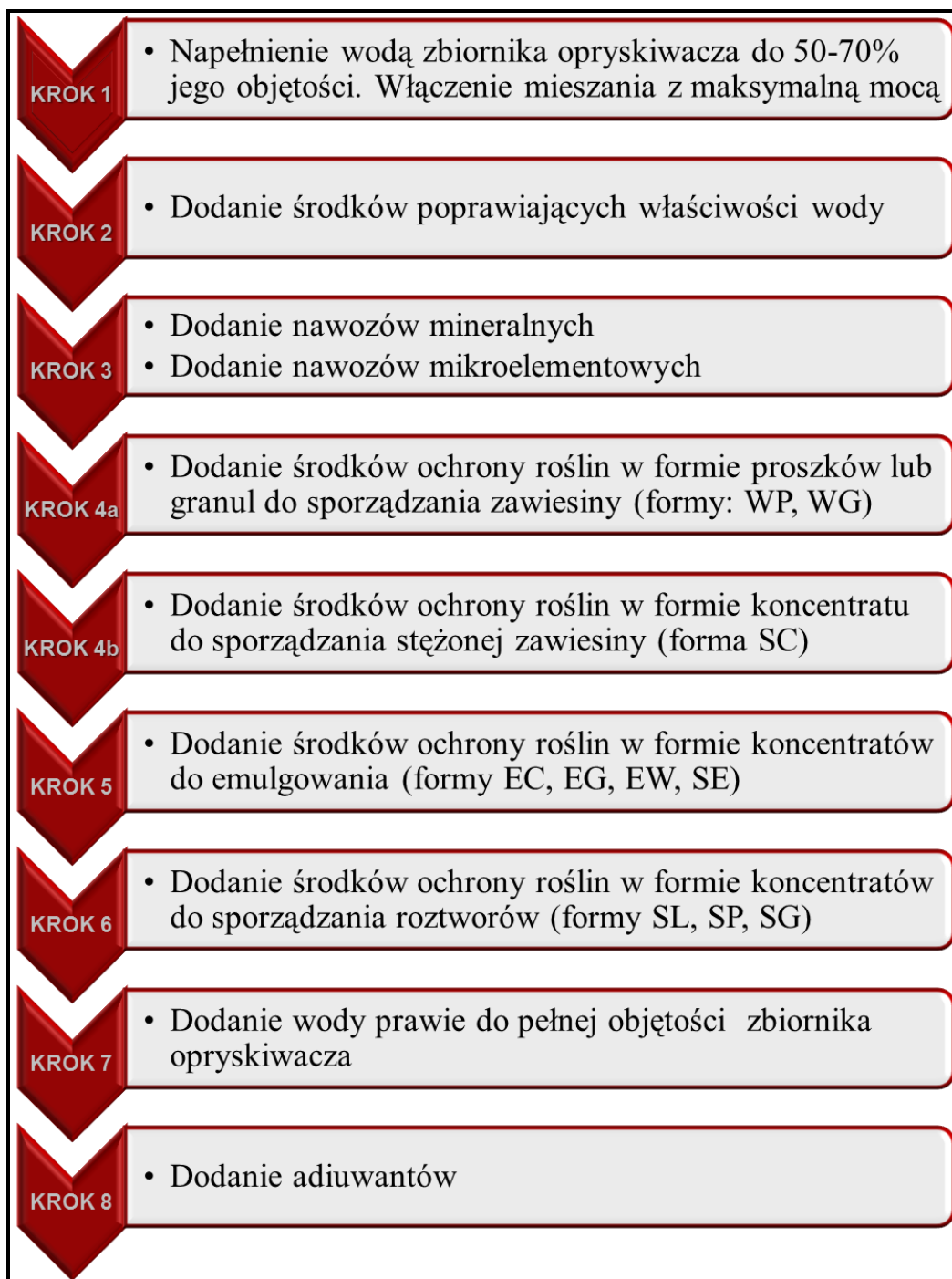
Po podjęciu decyzji o łącznym zastosowaniu konkretnych składników w oparciu o analizę zagrożeń ze strony agrofagów oraz ocenę dostępności środków ochrony roślin do ich zwalczania wraz z terminami ich stosowania, konieczne jest dokładne zapoznanie się z etykietami preparatów wytypowanych do łącznego zabiegu. Zwrócić trzeba uwagę czy etykiety nie zawierają wskazówek odnośnie mieszania z innymi agrochemikaliami lub ostrzeżeń o zakazie mieszania. Jeśli brak jest takich zapisów i nie ma innych przeciwwskazań można przystąpić do sporządzenia cieczy użytkowej. Jedną z podstawowych zasad jest przygotowanie cieczy użytkowej bezpośrednio przed wykonaniem zabiegu. Nie wolno cieczy przetrzymywać w zbiorniku opryskiwacza. Nawet kilkugodzinna przerwa między sporządzeniem cieczy a zabiegiem może spowodować zmiany fizykochemiczne skutkujące pogorszeniem skuteczności, nierównomiernością naniesienia preparatów na rośliny lub utrudnieniem w samym wykonaniu zabiegu (zatykanie dysz opryskiwacza). Prawdopodobieństwo takich zmian zwiększa się z liczbą łączonych komponentów.

Kolejność postępowania jest następująca:

1. Napełnienie wodą zbiornika opryskiwacza do 50-70% jego objętości. Użyta woda musi być czysta, wolna od zanieczyszczeń mechanicznych. Nie wskazane jest, aby woda posiadała zbyt dużą twardość i aby jej temperatura była bardzo niska np. pobierana ze studni głębinowej. Należy również pamiętać, że przepisy ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne zabraniają pobierania wody do opryskiwaczy bezpośrednio z wód powierzchniowych (rzek, jezior, stawów).
2. Włączenie mieszadła opryskiwacza z maksymalną mocą.

3. Użycie dodatków do wody poprawiających jej właściwości, ściśle według wiarygodnych zaleceń lub dostępnych instrukcji. Mogą to być środki przeciwpienne, zmniejszające twardość, polepszające zwilżalność itp. Trzeba wyraźnie zaznaczyć, że użycie takich środków jest bezpieczne i skuteczne tylko w przypadku gdy wcześniej, z konkretną mieszaniną zostały przeprowadzone stosowane badania.
4. Kolejne dodawanie komponentów mieszaniny. Właściwa kolejność dodawania składników jest krytycznym elementem zabiegu „tank-mix”. Najpierw miesza się ciecz z nawozami a potem dodaje się środki ochrony roślin w kolejności zależnej od ich form użytkowych. Schemat kolejnych etapów przedstawiony jest na rysunku. Podczas wszystkich czynności należy utrzymywać intensywne mieszanie w zbiorniku opryskiwacza.

Rysunek. Schemat sporządzania mieszaniny agrochemikaliów



Przy rozpuszczaniu nawozów mineralnych może dochodzić do zmian temperatury cieczy. Na przykład rozpuszczenie siarczanu magnezu podnosi temperaturę, natomiast rozpuszczanie mocznika ją obniża. Dobrze jest jeśli odczeka się, aby temperatura w zbiorniku zbliżyła się do temperatury otoczenia. Środki ochrony roślin należy wstępnie rozprowadzić z małą ilością wody, tak by powstała jednorodna ciecz. Czasami trzeba wpierw zrobić pastę (papkę) i dopiero potem dodać wody i dokładnie wymieszać. Zależy to od rodzaju formy użytkowej środka ochrony roślin. Tak przygotowane preparaty wlewa się przez sito do

zbiornika opryskiwacza bardzo powoli. Kolejność dodawania środków w zależności od rodzaju formy użytkowej przedstawiona jest w tabeli.

Tabela 1. Kolejność dodawania ś.o.r. w zależności od form użytkowych

Kolejność	Rodzaj formy użytkowej	Symbole form użytkowych
1	Zawiesiny	WP, WG, SC
2	Emulsje	EC, EG, EW, SE
3	Roztwory	SL, SP, SG

Na końcu, jeśli jest to zalecane dodaje się adiuwanty.

5. Uzupełnienie wodą zbiornika opryskiwacza do odpowiedniej objętości przy stałym mieszaniu. Tak przygotowana ciecz użytkowa gotowa jest do wykonania zabiegu. Obowiązują wszystkie zalecenia i zastrzeżenia umieszczone na etykietach stosowanych składników, oraz ogólnie zasady dobrej praktyki ochrony roślin.

VI. Ryzyko i zagrożenia towarzyszące łącznemu stosowaniu agrochemikaliów

Nieumiejętne lub niezgodne z przepisami stosowanie środków ochrony roślin może stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi, przyszłych konsumentów, zwierząt domowych i środowiska, a także może skutkować brakiem oczekiwanej skuteczności. Dlatego też każde wykonanie zabiegu środkami ochrony roślin jest obwarowane odpowiednimi przepisami, którym musi się podporządkować wykonawca zabiegu.

Przepisy te mają szczególne znaczenie przy łącznym stosowaniu agrochemikaliów, w odniesieniu do którego nie ma oddzielnych ustaleń, kiedy to jednocześnie wprowadzamy na rośliny większą liczbę substancji czynnych często dodatkowo połączonych z nawozami.

Dlatego też przy łącznym stosowaniu może mieć miejsce wystąpienie większego ryzyka w odniesieniu zarówno do skuteczności zabiegu jak i negatywnych skutków ubocznych zagrażających ludziom i środowisku.

W niniejszym opracowaniu w wielu jego rozdziałach podano szczegółowe zalecenia obowiązujące po podjęciu decyzji o łącznym stosowaniu agrochemikaliów i stosujący ten sposób ochrony powinni się im obowiązkowo podporządkować.

Najmniej zagrożenia i ryzyko występują także przy stosowaniu mieszanin przebadanych i sprawdzonych w placówkach naukowych oraz zalecanych przez producentów agrochemikaliów. Obowiązkiem wykonawcy pozostaje wtedy ustalenie optymalnego terminu

zabiegu oraz dostosowanie się do zaleceń dotyczących przygotowania cieczy użytkowej i wykonania zabiegu. Sprawny opryskiwacz, wykonanie zabiegu bezpośrednio po przygotowaniu cieczy użytkowej i w wymaganych warunkach atmosferycznych, temperatura poniżej 20°C i wilgotność względna powyżej 60%, powinny być gwarancją skutecznego i bezpiecznego zabiegu. Ważną rolę odgrywa tu też stosowanie wody o wymaganej temperaturze niskiej twardości oraz nie zawierającej zanieczyszczeń.

Inne wymagania to prowadzenie uprawy zgodnie z Kodeksem Dobrej Praktyki Rolniczej, rośliny powinny być w dobrej kondycji, zdrowe, a łan wyrównany oraz prowadzenie ochrony zgodnie z zasadami Dobrej Praktyki Ochrony Roślin. Przed sporządzeniem cieczy użytkowej oraz wykonaniem zabiegu dobrze jest zapoznać się z Przewodnikiem Dobrej Praktyki Organizacji Ochrony Roślin, w którym omówione są czynności związane z przygotowaniem do zabiegu i jego wykonaniem.

Ryzyko i zagrożenie zwiększają się, gdy producent rolny lub ogrodniczy podejmuje sam decyzję o wykonaniu zabiegu łączonego opierając się tylko na własnym wcześniejszym doświadczeniu. W takiej sytuacji należy przede wszystkim zachęcić producenta, aby zwrócił się po poradę do doradcy rolniczego oraz aby zapoznał się z literaturą uzupełniającą.

Generalnie w celu zabezpieczenia skuteczności i bezpieczeństwa zabiegu łączonego należy przyjąć następującą kolejność działań:

- upewnić się, że termin wykonania zabiegu pozwala na jednoczesne zastosowanie różnych środków ochrony roślin oraz nawozów,
- wytypować środki uzupełniające się w spektrum działania tak, aby uzyskać wymagany efekt zwalczania,
- w jednym zabiegu nie łączyć więcej niż dwa środki ochrony roślin, tylko wyjątkowo można wykonać zabieg stosując jednocześnie trzy środki ochrony roślin,
- na podstawie własnych obserwacji oraz informacji uzyskanych z innych źródeł ustalić nasilenie występowania organizmów szkodliwych i potrzebę wykonania zabiegu,
- przeprowadzić opisany w innym rozdziale opracowania test na możliwość mieszania wytypowanych środków,
- odstąpić od wykonania zabiegu w przypadku, gdy wystąpi widoczna reakcja zmieszanych środków,
- jeżeli pozwalają na to warunki wykonać test na fitotoksyczność mieszaniny dla chronionej uprawy,
- podporządkować się zaleceniom obowiązującym przy sporządzaniu cieczy użytkowej i przeprowadzeniu zabiegu,

- przestrzegać okresów karencji i tolerancji, a także pozostałych ostrzeżeń i przeciwwskazań odnoszących się do wszystkich zastosowanych środków.

Podporządkowanie się wymienionym wyżej zaleceniom jest obowiązkiem każdego producenta wykonującego zabieg łączony i jednocześnie jest dużą gwarancją skuteczności i bezpieczeństwa zabiegu.

Pewne ryzyko istnieje jednak zawsze i można tu np. wymienić niespodziewaną zmianę warunków atmosferycznych. Dobrze jest zachować opakowania po zastosowanych środkach, aby w przypadku braku skuteczności móc przeprowadzić analizę zgodności środka z jego dokumentacją.

Łączne stosowanie jak wielokrotnie podkreślano posiada wiele zalet ułatwiających organizację pracy oraz przynoszących oszczędności producentowi rolnemu i ogrodniczemu. Należy jednak pamiętać, że przy stosowaniu zabiegów łączonych wzrasta ryzyko wystąpienia negatywnych skutków ubocznych i dlatego jako obowiązek należy traktować dostosowanie się do omówionych w tym opracowaniu zaleceń.

VII. Techniczne aspekty łącznego stosowania środków ochrony roślin i nawozów

Prawidłowa technika ochrony roślin, a więc wybór i przygotowanie opryskiwacza, jego kalibracja, sporządzenie cieczy użytkowej, właściwy wybór terminu zabiegu oraz samo wykonanie opryskiwania, mają podstawowe znaczenie zarówno z punktu widzenia uzyskania zadawalającej skuteczności zabiegu jak i bezpieczeństwa samego użytkownika sprzętu oraz środowiska naturalnego.

Podstawową zasadą skutecznego zabiegu ochrony roślin a także dolistnego dokarmiania roślin jest takie wykonanie opryskiwania, aby ciecz użytkowa została precyzyjnie naniesiona na wszystkie traktowane rośliny. Wymaga to dużej wiedzy od operatora sprzętu w zakresie wyboru optymalnych parametrów roboczych zabiegu i doboru rozpylaczy wytwarzających optymalną wielkość kropel. Dobór ten zależy od gatunku i fazy rozwojowej traktowanych roślin ich kondycji, rodzaju stosowanych środków ochrony roślin czy nawozów dolistnych, ilości stosowanej cieczy użytkowej na hektar a także warunków meteorologicznych panujących na plantacji.

VII.1. Najczęściej stosowane opryskiwacze polowe

W kraju produkuje się wiele typów ciągnikowych opryskiwaczy zawieszanych i przyczepianych. Pojemność zbiorników opryskiwaczy polowych wynosi najczęściej od 200 do 2500 litrów. Opryskiwacze wyposażone są w belki polowe o szerokościach roboczych

wynoszących zazwyczaj 12, 18 lub 24 metry, chociaż spotyka się także belki polowe o szerokości 8, 10 i 13,5 m. Głównymi czynnikami, które decydują o wyborze odpowiedniej aparatury są: wielkość plantacji, rodzaj uprawy przeznaczonej do ochrony i wydajność opryskiwacza. Wykonywanie zabiegów musi bowiem przebiegać sprawnie i efektywnie z wykorzystaniem najlepszej pory dnia przy zachowaniu optymalnych warunków ekonomicznej opłacalności.

W ostatnim czasie spotyka się nowoczesne opryskiwacze wykorzystujące systemy nawigacji satelitarnej GPS, która ułatwia zachowanie precyzyjnej szerokości roboczej w kolejnych nawrotach opryskiwania, co znacznie ułatwia pracę szczególnie na końcach plantacji w czasie wykonywania nawrotów. Jeszcze bardziej system ten jest przydatny do zabiegów wykonywanych w późnych godzinach wieczornych lub w porze nocnej.

Wykonywanie zabiegów łączonych uwzględniających stosowanie nawozów poprzez instalacje opryskiwacza stawia jednak tym urządzeniom specjalne wymagania. Wszystkie elementy przewodzenia cieczy muszą być odporne na działanie związków zawartych w nawozach. W praktyce rolniczej problem ten jest już rozwiązany niemniej należy zwrócić uwagę aby takie elementy jak siatki filtrów, rozpylacze, oprawy rozpylaczy, dysze mieszadła, złączki itp. nie zawierały związków miedzi, mosiądzu czy brązu.

VII.2. Przegląd rozpylaczy

Każdy opryskiwacz musi być wyposażony w podzespoły, które rozdrabniają ciecz na krople, zwane w praktyce rolniczej końcówkami rozpylającymi, czasami “dyszami” a najczęściej rozpylaczami. Wielkość i ilość wytwarzanych przez nie kropli wpływa istotnie na skuteczności zabiegów a także na możliwość stosowania optymalnych dawek preparatów i bezpieczeństwo dla środowiska naturalnego. Uzyskanie odpowiedniej wielkości kropli w dużym stopniu zależy od typu rozpylaczy oraz ciśnienia roboczego. Powszechnie stosowane w ochronie upraw polowych są rozpylacze szczelinowe nazywane też często rozpylaczami płaskostrumieniowymi. Rozpylacze takie oferowane są przez wielu producentów w kilku rodzajach i typach. Do najbardziej rozpowszechnionych typów rozpylaczy zalicza się: **standard**, **o podwyższonej jakości rozpylania** (zwane także o rozszerzonym zakresie ciśnień roboczych), **przeciwnoszeniowe** (inaczej **antywnoszeniowe** lub **niskownoszeniowe**) oraz **eżektorowe**, a ostatnio także **dwuotworowe**.

Rozpylacze standardowe są uniwersalne w użyciu i dlatego można je stosować zarówno do zabiegów stosowania nawozów dolistnych, do zwalczania chorób, szkodników i chwastów. Wytwarzają one jednak dużo drobnych kropel podatnych na znoszenie i stąd

zalecane są do wykorzystywania tylko w odpowiednich warunkach pogodowych. Zalecane ciśnienia robocze dla standardowych rozpylaczy szczelinowych to 2 do 4 bar (1 bar = 1 atm. = 0,1 MPa).

Rozpylacze o podwyższonej jakości rozpylania mogą pracować już przy niższych ciśnieniach 1 lub 1,5 bar. Zaletą stosowania niskich ciśnień jest duża jednorodność wytwarzanych kropel i niewielka zawartość kropel bardzo drobnych w rozpylanej cieczy. Rozpylacze te mogą być stosowane we wszystkich zabiegach ochrony roślin i nawożenia dolistnego przy normalnych warunkach pogodowych. Zapewniają równomierny rozkład opryskiwanej cieczy w całym zakresie ciśnienia roboczego. Podczas pracy tymi rozpylaczami nie powinno się przekraczać ciśnienia 4 bar.

Rozpylacze przeciwnoszeniowe najlepiej pracują przy ciśnieniu roboczym w zakresie 2-4 bar, choć są rozpylacze umożliwiające wykonanie precyzyjnego opryskiwania w szerszym zakresie ciśnień roboczych (1-6 bar). Rozpylacze przeciwnoszeniowe mają wbudowaną w korpus kalibrowaną kryzę, która obniża ciśnienie cieczy docierającej do właściwej dyszy szczelinowej. Dzięki temu znacznie została zmniejszona ilość małych kropel, natomiast przeważająca ilość kropel średnich i grubych wytwarzane przez ten typ rozpylaczy czyni zabiegi chemiczne bezpieczniejszymi dla środowiska. Rozpylacze przeciwnoszeniowe nadają się doskonale do zabiegów chwastobójczych (doglebowe, nalistne), desykacji roślin, stosowania regulatorów wzrostu, nawozów dolistnych i fungicydów.

Rozpylacze eżektorowe chociaż nie gwarantują one tak dobrego pokrycia opryskiwanych powierzchni (bardzo duża ilość kropel grubych i bardzo grubych), to pozwalają na wykonanie zabiegu przy mniej korzystnych warunkach pogodowych (np. silniejszy wiatr). Rozpylacze te wymagają ciśnień wyższych od 3 do 8 bar. Rozpylacze eżektorowe w całym zakresie ciśnień roboczych zapewniają opryskiwanie grubokropliste bądź bardzo grubokropliste. Rozpylacze eżektorowe polecane są do zabiegów nawożenia dolistnego, herbicydowych doglebowych, przedwschodowych i powschodowych oraz do stosowania preparatów o działaniu układowym.

Rozpylacze dwustrumieniowe Nowym kierunkiem w rozwoju rozpylaczy szczelinowych są rozpylacze szczelinowe dwustrumieniowe, o dwóch płaskich, wachlarzowych strumieniach cieczy najczęściej tworzących względem siebie kąt 60°. Jeden skierowany w kierunku jazdy, a drugi do tyłu, co zapewnia dobre i równomierne pokrycie zarówno poziomych jak i pionowych powierzchni roślin (każdy roślina w trakcie zabiegu opryskiwany jest dwoma strumieniami cieczy). Rozpylacze dwustrumieniowe wymagają bardzo dobrego systemu

filtrowania cieczy, gdyż ich szczeliny rozpylające są dwukrotnie mniejsze niż w standardowym rozpylaczu jednostrumieniowym. Stąd też bardziej popularne wśród rolników stały się rozmiary o większych otworach i rozmiarach (niebieski „03” lub brązowy „04” – tabela 1). Wydatek cieczy z rozpylacza o podwójnym strumieniu jest taki sam jak o pojedynczym, ale z dwóch mniejszych szczelin wydobywają się krople znacznie mniejsze niż z jednej standardowej. Udoskonaloną wersją rozpylaczy szczelinowych dwustrumieniowych są niedawno wprowadzone na rynek rozpylacze o podwójnym strumieniu płaskim z zabezpieczeniem przed znoszeniem.

Połączenie zalet rozpylaczy eżektorowych z bardzo dobrym stopniem bocznego pokrycia roślin jak w tradycyjnych rozpylaczach dwustrumieniowych wykorzystano przy konstruowaniu eżektorowych rozpylaczy dwustrumieniowych. Zaletą tego typu rozpylaczy jest ich uniwersalność zastosowania. Dwa niezależne strumienie cieczy skierowane ukośnie poprawiają pokrycie i penetrację łąnu, a system zwiększania objętości kropeł poprzez ich napowietrzanie sprawia, że krople opuszczające rozpylacz są mniej podatne na znoszenie. W zabiegach nalistnych zastosowanie rozpylaczy dwustrumieniowych pozwala dokładniej pokryć cieczą użytkową nie tylko liście poziome, ale także pionowe części roślin.

VII.3. Dobór rozpylaczy do warunków zabiegu

Zmienne warunki wykonywania zabiegu (np. różne gatunki roślin, zmienne fazy rozwojowe, zwiększona siła wiatru, różne agrofagi) wymagają stosowania różnych typów bądź wymiarów rozpylaczy. Zalecenia zawarte w etykiecie-instrukcji stosowania nawozu czy środka ochrony roślin oraz aktualne warunki pogodowe powodują, że wybór rozpylacza powinien być dokonywany na podstawie wymaganej wielkości kropeł. Podział na różne rodzaje opryskiwania (bardzo drobno, średnio, grubo i bardzo grubokropliste) pozwala rolnikowi właściwie dobrać rozpylacz do poszczególnych zabiegów wg. kryteriów toksyczności preparatów, niebezpieczeństwa znoszenia i skuteczności biologicznej (tabela 3). We wszystkich zabiegach ochrony roślin, dopuszcza się wykonywanie opryskiwania przy prędkości wiatru nie przekraczającej 4 m/s. Wykonywanie zabiegów przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych, czy opryskiwanie bardzo zwartych łąnów roślin wymaga zastosowania rozpylaczy przeciwnoszeniowych lub eżektorowych.

Aby opryskiwacz w pełni spełniał wymagania polowe powinien być wyposażony w minimum trzy komplety rozpylaczy najlepiej o podwyższonej jakości rozpylania, przeciwnoszeniowy lub eżektorowy, o kącie rozpylania 110° lub 120° i o wymiarach 02; 03 i 04 (żółty, niebieski, czerwony).

Należy pamiętać, że tylko sprawny opryskiwacz wyposażony w precyzyjne rozpylacze, o którym wiemy jaką ilość cieczy użytkowej wypryskuje na hektar i jaką zapewnia jakość opryskiwania, gwarantuje nam zastosowanie właściwej dawki nawozu dolistnego czy środka ochrony roślin i uzyskanie odpowiedniej efektywności biologicznej.

VII.4. Przygotowanie opryskiwacza do zabiegu

Przygotowując opryskiwacz do zabiegu musimy pamiętać, aby szczeliny rozpylaczy ustawione były wzdłuż belki polowej opryskiwacza z lekkim odchyleniem ($5-10^\circ$) od jej osi podłużnej, tak, aby strumienie sąsiednich rozpylaczy nie zderzały się ze sobą. Belka polowa podczas opryskiwania musi znajdować się na odpowiedniej wysokości ponad wierzchołkami roślin. Jeśli jest ona ustawiona zbyt nisko pozostają pasy nie opryskane, a jeśli zbyt wysoko opryskiwanie jest nierównomierne a rozpylona ciecz może być znoszona przez prądy powietrzne.

O doborze właściwych rozpylaczy do poszczególnych zabiegów ochrony roślin musi decydować sam rolnik. Ułatwieniem mogą być katalogi rozpylaczy i ogólne zalecenia. I tak:

- do stosowania nawozów dolistnych zalecane są rozpylacze szczelinowe zapewniające opryskiwanie średniokropliste lub grubokropliste przy ciśnieniach roboczych 1,5 do 4 barów i ilości stosowanej cieczy 150 - 400 l/ha,
- do zwalczania chorób zalecane są rozpylacze szczelinowe zapewniające opryskiwanie drobnokropliste lub średniokropliste przy ciśnieniach roboczych 3 do 5 barów i ilości stosowanej cieczy 150 - 400 l/ha,
- do zwalczania chwastów i rozpylacze szczelinowe zapewniające opryskiwanie grubokropliste lub średniokropliste i stosowanie od 150 do 400 l cieczy użytkowej na ha. Do takich zabiegów zaleca się stosowanie ciśnień roboczych od 1,5 do 3 barów,
- do zwalczania szkodników rozpylacze zapewniające wydatkowanie od 150 do 300 l cieczy na ha i opryskiwanie średniokropliste. Zabiegi takie wymagają lepszej penetracji roślin przez krople, stąd konieczność stosowania ciśnień ok. 3 barów.

Łączne stosowanie agrochemikaliów wymaga zawsze ostrożniejszego postępowania i lepszego doboru rozpylaczy, stąd do takich zabiegów zaleca się stosowanie opryskiwania średniokroplistego lub grubokroplistego zapewniającego naniesienie 35 - 70 kropli na 1cm^2 opryskiwanej powierzchni, a ilość stosowanej cieczy na hektar powinna odpowiadać zalecanej maksymalnej ilości cieczy, podanej w etykiecie - instrukcji stosowania zalecanych

środków ochrony roślin. Przy wykonywaniu zabiegów łączonych zawsze należy unikać stosowania wysokich stężeń agrochemikaliów. Podczas wykonywania łączonych zabiegów należy stosować niskie i średnie ciśnienia robocze z zalecanych dla poszczególnych typów rozpylaczy, a więc do 3 bar przy rozpylaczach szczelinowych standardowych i o podwyższonej równomierności rozpylania cieczy oraz 4 bar dla rozpylaczy eżektorowych.

Łączne stosowanie dwu lub kilku środków ochrony roślin, a czasami także środków ochrony roślin i nawozów stawia bardzo wysokie wymagania sprawności technicznej opryskiwaczom i ich niezawodności w działaniu. Opryskiwacz taki musi posiadać ważne świadectwo **obowiązkowych badań technicznych**. Mimo tego przed każdym zabiegiem należy sprawdzić stan techniczny wszystkich zespołów roboczych opryskiwacza, przeprowadzając próbę sprawności opryskiwacza wodą. Szczególną uwagę należy zwrócić na drożność rozpylaczy, sprawność całego układu przewodzenia cieczy, a zwłaszcza mieszadła, filtrów oraz zaworu sterującego z manometrem włącznie. Wszystkie zauważone usterki należy wcześniej usunąć, gdyż np. podczas opryskiwania nawet niewielkie odchylenia w wydatkowaniu cieczy mogą przyczynić się do znacznego zróżnicowania rozłożenia środków chemicznych na plantacji i możliwością spowodowania uszkodzeń.

Sporządzenie odpowiedniej ilości cieczy użytkowej wymaga wcześniejszego ustalenia wydatkowania cieczy na hektar przez dany opryskiwacz. Jest to tzw. "kalibracja opryskiwacza".

VIII. Termin zabiegu i warunki pogodowe

Kilkakrotnie w tym opracowaniu podkreślano, że podstawą przystąpienia do łącznego stosowania agrochemikaliów jest zbieżność terminów zastosowania poszczególnych środków ochrony roślin czy środków ochrony roślin z nawozami. Jakiegokolwiek odstępstwo od tej zasady grozi w konsekwencji brakiem skuteczności zabiegu i możliwością, szczególnie w przypadku stosowania herbicydów, wystąpieniem uszkodzeń rośliny uprawnej.

Bardzo dobrym i przekonywującym przykładem może tu być wiosenna ochrona zbóż, w której stosowanie herbicydów w zwalczaniu chwastów jest zalecane w fazie do końca okresu krzewienia, natomiast ochrona przed chorobami po rozpoczęciu strzelania przez rośliny w źdźbło. Opóźnienie terminu nawet o kilka dni powoduje, że chwasty są bardziej wyrosnięte i do ich zwalczania może być wymagana wyższa dawka środka jak również mogą wystąpić uszkodzenia rośliny uprawnej, natomiast przyspieszenie zabiegu powoduje, że będzie on nieskuteczny w ochronie przed chorobami.

W Polsce, chociaż jesteśmy krajem obszarowo niewielkim to i tak występują znaczne różnice w terminach pojawu organizmów szkodliwych i ich nasileniu, a także w rozwoju roślin uprawnych. Dlatego też zalecenia łącznego stosowania agrochemikaliów opracowane dla jednego regionu nie zawsze będą przydatne dla terenu całego kraju. O potrzebie łącznego stosowania i terminie zabiegu decydują warunki lokalne i wystąpienie organizmów szkodliwych zagrażające plonom rośliny uprawnej. Pod uwagę należy również brać fakt regionalnego występowania niektórych gatunków agrofagów i ich różne nasilenie w poszczególnych latach. Dopiero uwzględnienie tych wszystkich uwarunkowań pozwala na rozważenie potrzeby łącznego zastosowania agrochemikaliów. Jest rzeczą zrozumiałą, że w łącznym stosowaniu mogą być zalecane tylko te środki, których termin stosowania pokrywa się z planowanym terminem zabiegu oraz, że po przebadaniu, zalecenia łącznego stosowania powinny być uzupełniane o nowo dopuszczone do stosowania środki ochrony roślin i nawozy.

Warunki klimatyczne wykonania zabiegu, a więc temperatura, nasłonecznienie, szybkość wiatru oraz opady atmosferyczne mają zdecydowany wpływ na podjęcie decyzji o przystąpieniu do zabiegu i w efekcie jego skuteczności.

W przypadku łącznego stosowania obowiązkiem użytkownika jest szczegółowe zapoznanie się z etykietami przewidzianych do zabiegów środków i dostosowanie się do uwag zawartych w etykietach obydwu środków. Nie wolno jest łączyć środków o różnych wymaganiach temperaturowych jak również zalecenia dotyczące pozostałych warunków, np. pora zabiegu, muszą dawać możliwość połączenia środków i ich jednoczesnego zastosowania. Podstawą pozostaje dokładna analiza etykiet środków i obowiązkowe dostosowanie się do zawartych w nich informacji i przeciwwskazań zawsze uwzględniając te najbardziej rygorystyczne.

IX. Podsumowanie

Zainteresowanie producentów rolnych i ogrodniczych możliwością łącznego stosowania środków ochrony roślin w celu równoczesnego zwalczania różnych gatunków organizmów szkodliwych rozwinęło się w Polsce pod koniec XX wieku i zbiegło się z wprowadzeniem na rynek nawozów płynnych stosowanych dolistnie często w terminach zabiegów ochroniarskich. Podjęte wtedy działania zaowocowały wydaniem broszur i podręczników stanowiących podstawę szerokiego upowszechnienia tej metody ochrony i nawożenia na terenie całego kraju.

Początek XXI wieku wniósł wiele zmian w ochronie roślin. Przeprowadzony zgodnie z Dyrektywą 91/414/EWG przegląd substancji czynnych środków ochrony roślin doprowadził do ograniczenia o około 2/3 liczby stosowanych wcześniej substancji, a postanowienia dyrektywy PE i Rady 2009/128 narzuciły obowiązek ograniczenia do minimum stosowania chemicznych środków ochrony roślin. Rozporządzenie Nr 1107/2009 wprowadziło obowiązek prowadzenia ochrony zgodnie z zasadami ochrony integrowanej. Przepisy UE zostały wdrożone do prawodawstwa krajowego ustawą z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin.

W Polsce przy silnym dążeniu do ograniczenia kosztów produkcji rolniczej nastąpił ponowny wzrost zainteresowania łącznym stosowaniem agrochemikaliów. Obecnie obok znaczenia ekonomicznego, organizacyjnego i często wyższej skuteczności zabiegu, łączne stosowanie daje również możliwość nie tylko ograniczenia liczby wjazdów w pole, ale także ograniczenia ilości stosowanych środków ochrony roślin. Jest to absolutnie zgodne z obecnym ukierunkowaniem rozwoju ochrony roślin.

Coraz bardziej powszechnym zjawiskiem, który obserwuje się w Polsce jest natomiast podejmowanie łącznego stosowania przez indywidualnych producentów rolnych i ogrodniczych, którzy kombinacje łączenia środków dostosowują często do własnych potrzeb bez uprzedniego przebadania na ile takie połączenie jest możliwe.

Dlatego też bardzo ważną część opracowania stanowi szczegółowy opis testu, jaki powinien przeprowadzić użytkownik środków ochrony roślin przed przystąpieniem do łącznego zabiegu. Ważna jest również procedura i kolejność poszczególnych czynności, tak, aby w maksymalnym stopniu uniknąć błędów, które mogą skutkować nie tylko brakiem skuteczności, ale również stanowić zagrożenie dla ludzi, zwierząt i środowiska.

Upowszechnienie łącznego stosowania wymaga zaangażowania w ten proces pracowników doradztwa rolniczego. Ich zadanie jest podwójne. Obok przygotowania użytkowników środków ochrony roślin do wykonywania testów i przestrzegania zasad łącznego stosowania pracownicy ODR powinni na podstawie prowadzonych obserwacji ustalać potrzebę wykonania zabiegu, w tym łącznego, oraz terminu tego zabiegu. Pomocą służyć tu mogą pracownicy instytutów badawczych, którzy od wielu już lat prowadzą badania nad łącznym stosowaniem agrochemikaliów.

Łączne stosowanie to nie tylko korzyści, ale także, przy braku przestrzegania wymaganych i określonych zasad zagrożenia dla ludzi i środowiska oraz chronionej uprawy.

Mając to na uwadze tematyka łącznego stosowania jest istotnym elementem szkoleń organizowanych dla pracowników doradztwa rolniczego oraz użytkowników środków ochrony roślin.

X. Literatura

Bryk H., Maciesiak A., Lisek J., Łabanowska B., Sobiczewski P (red.). 2013. Program ochrony. Rośliny sadownicze – Instytut Ogrodnictwa. Skierniewice: 199 str.,

Doruchowski G., Hołownicki R. 2009. Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin. Inst. Sadownictwa i Kwiaciarnictwa. Skierniewice: 94 str.,

Duer I., Fotyma M., Madej A. (red.). 2002. Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej Min. Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Min. Środowiska. Wydawca: Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa. Warszawa: 96 str.,

Holmes J. (2009). Guidelines for tank-mixing. Farmnote 2009(371).

Pruszyński S., Mrówczyński M. (red.). 2002. Łączne stosowanie agrochemikaliów> Inst. Ochr. Roślin. Poznań: 174 str.,

Pruszyński S., Wolny S. 2009. Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin. Inst. Ochr. Roślin – Państwowy Instytut Badawczy. Poznań: 90 str.,

Ratajkiewicz H. 2004. Zasady przygotowywania mieszanin środków ochrony roślin do opryskiwania. Owoce, warzywa, kwiaty 4(2004). 34-35.

Stobiecki S. 2009. Łączne stosowanie agrochemikaliów. Sad nowoczesny 3(2009).

Stobiecki S. 2009. Unikać błędów podczas mieszania agrochemikaliów. Top-agrar 5(2009), 90-93.

Walczak F. (red.). 2008. Poradnik sygnalizatora ochrony rzepaku. IOR – PIB. Poznań: 153 str.,

Walczak F. (red.). 2013. Poradnik sygnalizatora ochrony buraka. IOR – PIB. Poznań: 204 str.,

Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2012/2013 dotyczące zwalczania chorób, szkodników oraz chwastów roślin uprawnych. Inst. Ochr. Roślin – Państwowy Instytut Badawczy. 4 części