

ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN STOSOWANE W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM

Opis wg Zał. II Rozporządzenia Komisji (WE) nr 889/2008 ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli

Skierniewice 2011 r.

dr Jolanta Ciesielska, dr Eligio Malusà, dr Lidia Sas Paszt

Praca wykonana w ramach pakietu nr 3, w projekcie: „Opracowanie innowacyjnych technologii dla ekologicznej produkcji roślin sadowniczych”.

Recenzent: prof. dr hab. Jan Cimanowski

Opracowanie redakcyjne: Teresa Ligocka

Egzemplarz bezpłatny współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka Kontrakt N. UDA-POIG. 01.03.01-10-109/08-00

Wstęp

Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007, w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91, stanowi, że produkcja ekologiczna jest ogólnym systemem zarządzania gospodarstwem i produkcją żywności, łączącym wiedzę w tym zakresie ze stosowaniem praktyk najbardziej korzystnych dla środowiska, takich, które zapewniają wysoki stopień różnorodności biologicznej i ochronę zasobów naturalnych. W rozporządzeniu tym stwierdza się także, że należy w większym stopniu ułatwić rozwój produkcji ekologicznej, w szczególności przez lepsze wykorzystanie nowych, lepiej dostosowanych do jej potrzeb, technik i środków produkcji. Zapobieganie szkodom wyrządzanym przez szkodniki i choroby w uprawach ekologicznych polega przede wszystkim na stosowaniu płodozmianu i odpowiednich technik uprawy, doborze gatunków i odmian odpornych, a także na wykorzystaniu w walce z organizmami szkodliwymi substancji i organizmów naturalnie występujących w środowisku, np. naturalnych antagonistów patogenów.

W rozporządzeniu Komisji (WE) nr 889/2008, ustanawiającym szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych, w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli, ustawodawca stwierdza, że w przypadku, gdy odpowiednia ochrona roślin przed szkodnikami i chorobami z wykorzystaniem środków i metod agrotechnicznych określonych w rozporządzeniu (WE) nr 834/2007 nie jest możliwa, można stosować jedynie środki i substancje aktywne wymienione w Załączniku II rozporządzenia 889/2008.

Prezentowane opracowanie jest komentarzem do listy środków ochrony roślin wymienionych w Załączniku II tego rozporządzenia.

Opracowanie to jest materiałem informacyjnym na temat substancji mogących stanowić środki ochrony roślin do stosowania w rolnictwie ekologicznym na terenie Unii Europejskiej. Jednocześnie ma ono za zadanie poprawienie społecznej znajomości omawianego rozporządzenia w sektorze produkcji rolnej.

Opis i podstawowa charakterystyka techniczna substancji aktywnych są niewątpliwie pomocne w poprawnym ich stosowaniu. Należy jednakże mieć na uwadze, że pomimo dopuszczenia do stosowania tych substancji w UE,

w praktyce, podobnie jak w innych krajach członkowskich, można stosować tylko produkty dopuszczone do obrotu na podstawie polskiego ustawodawstwa (Ustawa o ochronie roślin z dnia 18 grudnia 2003 r. – Dziennik Ustaw z dnia 27 stycznia 2004 Nr 11, poz. 94 z póź. zm.) i uzyskania autoryzacji jednostki certyfikującej.

Dużym problemem, jeśli chodzi o ochronę roślin w rolnictwie ekologicznym w Polsce, jest znikoma liczba dostępnych produktów. Dotyczy to przede wszystkim produkcji ogrodniczej, a w szczególności ekologicznej produkcji sadowniczej. Wejście w życie, z dniem 14 czerwca br., rozporządzenia PE i Rady (WE) nr 1107/2009, *dotyczącego wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającego dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG*, ułatwi kosztowną rejestrację środków ochrony roślin. Rozporządzenie to pozwoli bowiem na zastosowanie uproszczonych procedur rejestracji środków ochrony dopuszczonych do obrotu w krajach UE, należących do tej samej strefy klimatycznej, określonej przez ustawodawcę.

Polska, według rozporządzenia, należy do strefy B-Centrum, do której należą także m.in. następujące państwa członkowskie: Belgia, Niemcy, Irlandia, Holandia, Austria i Wielka Brytania. W krajach tych jest zarejestrowanych znacznie więcej środków ochrony stosowanych w rolnictwie ekologicznym. W związku z tym rejestracja środków ochrony roślin w Polsce na zasadzie procedury wzajemnego uznawania zezwoleń lub równoległego handlu stwarza nowe możliwości ochrony upraw ekologicznych w naszym kraju, a tym samym możliwości uzyskiwania plonów porównywalnych z uzyskiwanymi w innych krajach UE.

Opracowanie niniejsze zostało przygotowane przede wszystkim na użytek szkoleń promujących ekologiczne metody produkcji, prowadzonych w ramach projektu EkoTechProdukt. Obserwowany w Polsce wzrost liczby gospodarstw produkujących certyfikowane owoce ekologiczne powoduje też wzrost popytu na techniczne środki do produkcji ekologicznej, w tym środki ochrony roślin. W związku z tym, powszechna znajomość możliwości, jakie daje ustawodawstwo unijne, może ułatwić rozszerzenie oferty producentów i importerów środków ochrony roślin.

1) Substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego

1.1. Azadirachtyna (*Azadirachta indica* – miódla indyjska)

Informacje ogólne. Substancja czynna ekstrahowana z nasion tropikalnej rośliny *Azadirachta indica* (drzewo neem), gatunku drzewa z rodziny Meliaceae, rosnącego na Półwyspie Indyjskim, obecnie rozpowszechnionego także na obszarach tropikalnych i subtropikalnych Afryki, Ameryki i Australii. Główną cechą tego drzewa jest obecność w różnych częściach rośliny (liściach, nasionach, owocach, drewnie i korze) licznych substancji czynnych mających właściwości lecznicze, należących do klasy limonoidów. Spośród ponad 100 substancji, z punktu widzenia biologicznego największe znaczenie mają limonoidy trójterpenowe. Wśród nich wyodrębniono kolejnych 9 grup, z których część tworzy kolejne limonoidy. Limonoid tetranotrójterpenowy, znany powszechnie jako azadirachtyna, jest substancją najbardziej aktywną. Wyizolowano ją ze wszystkich części rośliny, ale działanie owadobójcze mają tylko związki zawarte w nasionach i tłoczonym z nich oleju. Zazwyczaj zawartość azadirachtyny w nasionach jest bardzo różna (0,1-1%), zależy to od obszaru pochodzenia materiału oraz od sezonu.

Substancja czynna. Spośród limonoidów występujących w neem, takich jak azadirachtyna, salanina i nimbina blisko 83% stanowi azadirachtyna A występująca w nasionach miódli indyjskiej, która jest także najskuteczniej działającą substancją owadobójczą. Do chwili obecnej wyodrębniono 13 innych izomerów strukturalnych azadirachtyny A, wśród nich największe znaczenie mają azadirachtyna B i azadirachtyna E, występujące w niewielkich ilościach, ale mające bardzo skuteczne działanie owadobójcze.

Mechanizm działania. Działa przede wszystkim jako regulator wzrostu (działanie juvenizujące), zakłócając rozwój owadów w stadiach preimaginalnych. Hamuje powstawanie i wydzielanie ekdysonu, głównego hormonu regulującego proces przeobrażania. Oddziałuje na poziomie hormonalnym, powodując zaburzenia morfogenetyczne, co prowadzi do powstawania tzw. larw „permanentnych”, czyli niezdolnych do przekształcania się w postaci dorosłe z powodu zniszczenia naskórka. Posiada także działanie odstrasżające, wynikające z efektu o charakterze smakowym, węchowym i neurofizjologicznym. Stosowanie azadirachtyny powoduje także znaczący spadek aktywności samic w składaniu jaj oraz żywotności jaj wielu owadów. Działa kontaktowo i żołądkowo.

Spektrum działania. Jest dość szerokie, obejmuje prostoskrzydłe (Orthoptera), pluskwiaki równoskrzydłe (Homoptera), mszycarzowate (Aphididae), plewikowate (Cicadellidae), błonkówki (Hymenoptera), pluskwiaki różnoskrzydłe (Heteroptera), przyłżeńce (Thysanoptera), mączlikowate (Aleurodidae), motyle (Lepidoptera), muchówki (Diptera), chrząszcze (Coleoptera) i inne. Produkt działa także na roztocze, a w formie wyciągu wykazuje działanie grzybobójcze i nicieniobójcze.

Sposób działania. Azadirachtyna wykazuje działanie w bardzo niskich stężeniach oraz w niewielkim zakresie wykazuje działanie układowe; mocniejsze w przypadku stosowania jej na korzenie, słabsze przy stosowaniu na części nadziemne rośliny. Działanie na fitofagi nie jest natychmiastowe i nie powoduje ich natychmiastowej śmierci, najbardziej widocznym objawem jest zniknięcie fitofagów z porażonych roślin.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący), Nc (nieklasyfikowany).

Karencja: 3 dni.

Zakres zastosowania: truskawka, jabłoń, czereśnia (zabieg przed kwitnieniem), morela, brzoskwinia, śliwa, kaki, pomarańcza, cytryna, grejpfrut, mandarynka, drzewa oliwne, winorośl, sałata, endywia, szpinak, botwina, pietruszka, bazylija, pomidory, papryka, bakłażan, ogórek, cukinia, melon, arbuz, cebula, por, seler, koper włoski, marchew, kalafior, fasola, burak cukrowy, bawełna, ziemniak, tytoń; rośliny ozdobne, grzyby uprawne, magazynowana żywność, rośliny rodzicielskie do produkcji materiału siewnego i innego materiału rozmnożeniowego.

Toksyczność i selektywność. Nie jest toksyczny dla kręgowców (wartość DL50 dla szczura doustnie >5 000 mg/kg). Azadirachtyna mimo szerokiego spektrum działania, działając przede wszystkim żołądkowo, chroni większość entomofauny pożytecznej. Jej trwałość w glebie jest bardzo ograniczona (3-6 dni).

Współdziałanie z innymi substancjami. Może być stosowana z pyretryną, *Bacillus thuringiensis*, mydłami i wirusami. Zaleca się, aby zabiegi z użyciem grzybów entomopatogenów i owadów pożytecznych były przeprowadzane w pewnym odstępie czasu. Należy przestrzegać zaleceń podanych na etykiecie. Nie należy mieszać z produktami o odczynie kwaśnym (glinki kwaśne) lub zasadowym (wielosiarczek wapnia, ciecz bordoska).

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma zarejestrowanych preparatów z azadirachtyną; w innych krajach UE: Adina 10, Aza Nema, Azactiva, Diractin,

Neemazal – T/S, Neemik, Oikos, Oikos 25 Plus, Oikos Green, Oikos Pb, Oikos Top, Klick&Go Naturen Schadlingfreineem.

Niewłażczona do Załącznika I Dyrektywy 91/414 uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009, trwa procedura o włączenie.

1.2. Wosk pszczeli

Informacje ogólne. Jego wygląd, skład i parametry nie są stałe, podobnie jak wszystkich produktów naturalnych. W skład wosku pszczelego wchodzi mieszanina substancji tłuszczowych, takich jak palmitynian mirycylowy (33%), cerotynian mirycylowy (12%), oleopalmitynian mirycylowy (12%), palmitynian cytrylowy (6%) i inne. Zawiera także wolne kwasy, węglowodory i inne składniki. Jest to związek obojętny i wyjątkowo stabilny; odporny na działanie kwasów, fermentację i utlenianie. Wosk wytwarzają młode pszczoły w wieku od 12 do 18 dni, które wydzielają go ze specjalnych gruczołów znajdujących się w odwłoku. W przeszłości wosk pszczeli miał bardzo wiele zastosowań, obecnie wykorzystywany jest głównie w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym (poza samym pszczelarstwem), ponieważ obecnie częściowo zastąpiły go pochodne ropy naftowej i woski innego pochodzenia.

Mechanizm działania. Ułatwia powstawanie narośli bliznowatej na ranach części drzewiastych powstałych wskutek przycinania, okrzesywania, odchwaszczania czy gradu. Wosk tworzy nieprzepuszczalną, łatwą do usunięcia barierę ochronną na tkankach roślin.

Zakres zastosowania: ochrona ran i cięć powstałych wskutek przycinania roślin.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Nc (nieklasyfikowany).

Toksyczność i selektywność: wosk pszczeli jest całkowicie nietoksyczny.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczny.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym. Dopuszczony do ochrony ran i cięć powstałych wskutek przycinania roślin. Produkt nie podlega rejestracji, ponieważ w Unii Europejskiej nie jest uznawany za środek ochrony roślin. W UE jest dopuszczony jako substancja dodawana do żywności (E 901).

1.3. Żelatyna

Informacje ogólne. Żelatyna niezależnie od swego pochodzenia, roślinnego bądź zwierzęcego (z kości, agaru, owoców), jest liofilizowanym żelem złożonym z jednorodnej mieszaniny białek rozpuszczalnych w wodzie o wysokim ciężarze cząsteczkowym lub z polisacharydów. Żelatyna ma bardzo różnorodne zastosowanie w przemyśle, natomiast jej zakres stosowania w ochronie roślin jest bardzo ograniczony.

Mechanizm działania: produkt działa dusząco, zatykając tchawki owadów, uniemożliwiając wymianę gazową.

Spektrum działania: stosowana przeciw mszycom.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Nc (nieklasyfikowany).

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd. W Polsce i innych krajach UE produkt nie jest zarejestrowany jako środek ochrony roślin. Produkcja żelatyny w UE jest regulowana Rozporządzeniem WE 853/2004 (jako produkt żywnościowy) i Dyrektywą 2001/83/WE (jako produkt farmaceutyczny). Nie jest włączona do Aneksu I Dyrektywy 91/414, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009.

1.4. Hydrolizaty białkowe

Informacje ogólne. Substancje organiczne o złożonym składzie chemicznym, które wskutek działania kwasów lub zasad ulegają hydrolizie, tworząc krótkie łańcuchy polipeptydów, aminokwasów i amoniaku. Stosowane są jako atraktanty, w mieszaninach z insektycydami, do zwalczania dorosłych postaci różnych gatunków much – szkodników drzew owocowych. Produkt otrzymuje się na drodze hydrolizy białek pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego.

Substancja czynna: hydrolizaty białkowe (peptydy, polipeptydy itp.).

Mechanizm działania. Wykazują działanie wabiące, także na duże odległości. W ich stosowaniu wykorzystuje się fakt, że muchy przed złożeniem jaj przez pewien okres muszą odżywiać się białkami. Zwabione w ten sposób owady giną pod wpływem działania insektycydu wchodzącego w skład przygotowanej mieszanki atraktanta.

Spektrum działania: *Rhagoletis cerasi* (nasionnica trześniówka), *Ceratitidis capitata* Wied. (owocanka południówka), *Bactrocera oleae* Gmel. (muszka oliwna).

Sposób działania. Zraszane są korony drzew owocowych, niekiedy zabieg powtarza się w odstępie 20-30 dni. Dzięki takiej formie można przeprowadzać zabiegi jedynie na określonym obszarze drzewa lub rośliny, oszczędzając w ten sposób produkt i mniej szkodząc środowisku.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Nc (nieklasyfikowany).

Okres karencji: należy przestrzegać okresu karencji określonego dla insektycydu wchodzącego w skład mieszanki.

Sektor zastosowania: drzewa owocowe, oliwne, cytrusowe.

Toksyczność i selektywność. Hydrolizaty białkowe generalnie są uznawane za nietoksyczne i nieszkodliwe dla środowiska, ponieważ ulegają degradacji w glebie. Toksyczność może wynikać jedynie z zastosowanego insektycydu.

Fitotoksyczność: nie są fitotoksyczne.

Współdziałanie z innymi substancjami. Zazwyczaj miesza się je ze środkami owadobójczymi (pyretroidami naturalnymi lub syntetycznymi). Zawsze należy przestrzegać wskazówek podanych na etykiecie.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym. Stosuje się je jako substancje wabiące (atraktanty) tylko w połączeniu z innymi produktami znajdującymi się w wykazie w Załączniku II Rozporządzenia Komisji (WE) nr 889/2008 z późniejszymi zmianami.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma, a w niektórych państwach UE produkt nie jest uznawany za środek ochrony roślin, wobec czego nie podlega jednostronnym przepisom. We Włoszech zarejestrowano kilka preparatów na bazie hydrolizatów białkowych (Amadene, Attrattivo Caffaro, Buminal, Esca Proteica Siapa, Nu Lure, Nutrel, Nutrel 30), we Francji – Buminal. Hydrolizaty białkowe nie są włączone do Załącznika I Dyrektywy 91/414, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009.

1.5. Lecytyna

Informacje ogólne. Fosfolipid złożony z mieszaniny dwuglicerydów kwasu olejowego, palmitynowego i stearynowego, zawierających cząsteczki cholinę związane wiązaniem estrowym z kwasem fosforowym. Występuje w komórkach roślinnych i zwierzęcych jako budulec, przede wszystkim ściany komórkowej. Lecytyna ma bardzo szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym jako emulgator oraz antyoksydant i stabilizator (w UE dozwolone jest jej stosowanie

jako substancji oznaczonej symbolem E322). Dzięki swym właściwościom stanowi składnik mieszanin wodno-olejowych insektycydów i preparatów grzybobójczych. Poprawa jej skuteczności pozwala na stosowane niższych dawek substancji czynnych. Lecyтынę uzyskuje się przede wszystkim z nasion soi (inne źródła to nasiona rzepaku, słonecznika i żótkko jajek).

Substancja czynna: fosfolipidy.

Mechanizm działania. Działa kontaktowo. Blokuje kiełkowanie konidiów. Po opryskiwaniu roślin grzyb nie jest zdolny wnikać do ściany komórki. Fosfolipidy działają także korzystnie na zdrowotność rośliny, ponieważ wzmacniają mechanizmy obronne tkanek.

Spektrum działania: skutecznie działa na mączniaka jabłoni, truskawki i warzyw liściowych, np. sałaty.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Nc (nieklasyfikowany).

Okres karencji: 0 dni w przypadku roślin ozdobnych, 3 dni dla ogórka, 7 dni dla jabłoni i winorośli (w Niemczech).

Sposób stosowania. W krajach, w których jest zarejestrowana, znajduje zastosowanie w uprawach jabłoni, truskawek, winorośli, ogórków i roślin ozdobnych.

Toksyczność i selektywność. Nie jest toksyczna dla dżdżownicy *Eisenia foetida* w dawce 1 000 mg/kg gleby; nie jest toksyczna dla pszczoł w dawkach 100 µg. Jest uznawana za nieszkodliwą dla takich organizmów pożytecznych, jak *Encarsia formosa*, *Chrysoperla carnea*, *Diaretiella rapae*, *Thyphlodromus pyri* i *Trichogramma cacoeciae*.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczna.

Współdziałanie z innymi substancjami: lecyтынę można mieszać z większością preparatów stosowanych w rolnictwie ekologicznym.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd.

Dopuszczone produkty handlowe. Produkt nie podlega rejestracji, ponieważ w Unii Europejskiej nie jest uznawany za środek ochrony roślin. W UE jest dopuszczony jako substancja dodawana do żywności (E 322). W Polsce nie jest zarejestrowany, w Niemczech, Francji, Włoszech i Austrii są autoryzowane liczne preparaty do użytku w rolnictwie ekologicznym (np. Amourette, Elton, Elvis, Gondor, Bioblattmehltaumittel).

1.6. Oleje roślinne (np. olejek miętowy, sosnowy, kminkowy)

Informacje ogólne. Oleje roślinne można podzielić na oleje pochodne kwasów tłuszczowych i olejki eteryczne (lotne). Oleje kwasów tłuszczowych uzyskuje się z nasion i owoców winorośli, słonecznika, rzepaku, soi, oliwek, krokosza barwierskiego itp. Olejki eteryczne są to substancje wytwarzane przez rośliny aromatyczne, na przykład miętę, sosnę czy kminek. Olejek miętowy uzyskuje się z liści i kwitnących wierzchołków *Mentha piperita* L. W skład olejku eterycznego wchodzi mentol, menton, różne estry, pinene, tymol, karwon, aldehyd octowy i izowalerianowy, octan i izowalerianian metylu oraz substancje taninowe i żywiczne. Olejek sosnowy uzyskuje się z odpadów ścieru drzewnego *Pinus palustris* Mill. i innych gatunków sosen. W jego skład wchodzi przede wszystkim alkohole drugorzędowe i trzeciorzędowe oraz monoterpeny. Olejek kminkowy jest lotnym olejem roślinnym uzyskiwanym z *Carum carvi* L., rośliny z rodziny baldaszkowatych występującej w Europie i Azji środkowej i zachodniej, obecnie uprawianej w Wielkiej Brytanii, Rosji i Ameryce. W skład olejku kminkowego wchodzi karwon (53-63%) oraz d-limonen.

Substancja czynna: różne (w zależności od gatunku rośliny).

Mechanizm działania. Przypuszcza się, że oleje roślinne oddziałują na fizjologię stosunków patogen-roślina. Oleje eteryczne powodują zazwyczaj zaburzenia rozwoju i rozmnażania grzybów, bakterii i owadów. Działają wyłącznie kontaktowo.

Spektrum działania. Oleje kwasów tłuszczowych skutecznie działają na mączniaka (*Podosphaera*), parcha (*Venturia*), szarą pleśń (*Botrytis*), przędziorki (Tetranychidae), mszyce (Aphidodea), wciornastkowate (Thripidae) i mączlikowate (Aleurodidae), natomiast olejki eteryczne wykazują działanie grzybobójcze przede wszystkim przy zwalczaniu grzybów z rodzaju: *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora cryptogea*, *Stemphylium vesicarium*, *Sphaerotheca fuliginea* (wykazują także właściwości zapobiegania kiełkowaniu zarodników i grzybni).

Zakres zastosowania: jabłoń, grusza, brzoskwinia, nektaryna, czereśnia, morela, śliwa, winorośl, kiwi, drzewa cytrusowe, sałata, endywia, szpinak, botwina, pietruszka, bazylika, ziemniak, burak cukrowy, rośliny zielne, rośliny szkółkarskie i rozsada, rośliny wiecznie zielone w szkółkach, parkach i na terenach zielonych w miastach; rośliny ozdobne na terenach nadmorskich.

Toksyczność i selektywność: ich trwałość zależy od składu chemicznego, ale łatwo ulegają degradacji, ponieważ chętnie są atakowane przez mikroorganizmy.

Fitotoksyczność. W przeciwieństwie do olejów mineralnych, oleje roślinne nie powodują uszkodzenia roślin, co więcej ich obecność przyczynia się w niektórych wypadkach do obniżenia fitotoksyczności mieszanin, do których są dodawane (na przykład cieczy bordoskiej).

Współdziałanie z innymi substancjami: ogólnie dobra, jednak oleje roślinne zaleca się stosować oddzielnie.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd, akarycyd, fungicyd i inhibitor kiełkowania.

Dopuszczone produkty handlowe. W Polsce jest zarejestrowany Prev-AM 060 SL na bazie tłoczonego na zimno oleju z pomarańczy. Niektóre oleje roślinne są stosowane jako substancje pomocnicze; jako adiuwanty pinolen (di-1-p-menthene) oraz olej sojowy jako substancja pomocnicza soli miedziowych. W UE na przykład olej miętowy i olej rzepakowy są włączone do Załącznika I 91/414, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009. W różnych krajach Unii są zarejestrowane produkty na bazie olejów roślinnych, np.: w Wielkiej Brytanii – Barrier H (olej z palczatki cytrynowej *Cymbopogon citratus*), we Włoszech – Adigor i Codacide, w Niemczech – Micula Naturen Blattlausfrei, we Francji – Naturen EU.

1.7. Pyretrum *Chrysanthemum cinerariaefolium* (złocień dalmatyński)

Informacje ogólne. Związki organiczne uzyskane z roślin należących do rodzaju *Chrysanthemum* (Pyretrum), a szczególnie gatunku *C. cinerariaefolium*, który zawiera najwięcej pyretryn (1-1,5%). Złocień jest rośliną wieloletnią, pierwotnie występującą w Iranie, która stopniowo rozprzestrzeniła się na różnych obszarach Ziemi. Odmiany, z których można uzyskać najwięcej substancji czynnych pochodzą z Dalmacji, górskich regionów Kenii i Tanzanii, Kaukazu, Japonii, Ekwadoru i Nowej Gwinei.

Substancja czynna. Pyretryny naturalne (pyretryna I i II, cyneryna I i II, jasmolina I i II) są to estry powstałe w wyniku reakcji kwasu (chryzantemowego lub pyretrowego) z alkoholem (pyretrolem, cynerolem, jasmolem). Spośród wymienionych estrów najbardziej skutecznym insektycydem jest pyretryna I. Estry są praktycznie nierozpuszczalne w wodzie, natomiast bez trudu rozpuszczają się

w rozpuszczalnikach organicznych. Pyretryny łatwo ulegają szybkiej degradacji przez utlenianie, jeżeli poddane są działaniu powietrza i światła. Z tego powodu, aby zwiększyć ich stabilność, do preparatów dodaje się substancje mające działanie synergizujące i stabilizujące, na przykład piperonylo-butoksyd (PPBO).

Mechanizm działania. Pyretryna jest insektycydem działającym kontaktowo. Atakuje w krótkim czasie układ nerwowy owadów, które już po kilku minutach tracą zdolność koordynacji ruchów i stopniowo ulegają paraliżowi. Działanie toksyczne jest krótkotrwałe, ponieważ substancja czynna jest w krótkim czasie metabolizowana, wobec czego często jej działanie nie wystarcza, aby spowodować śmierć owada. W preparatach dostępnych w handlu dodaje się zazwyczaj składniki synergizujące, między innymi piperonylo-butoksyd, który zwiększa skuteczność pyretronu przez hamowanie oksydazy (=MFO) owada. W ten sposób zostaje zablokowany system odpowiadający za detoksyfikację pyretryn.

Spektrum działania. Skuteczne wobec wielu owadów: przyłżeńców – Thysanoptera (wciornastkowatych), pluskwiaków – Hemiptera (mszyc, mączlikowatych, pluskiew, miodówek, skoczkiowatych), motyli – Lepidoptera (owocówki jabłkówekczki, bielinka kapustnika, sówkowatych, omacnicowatych), chrząszczy – Coleoptera (pędraków, wołków, poskrzypek, stonki ziemniaczanej), błonkówek – Hymenoptera (pilarzowatych), muchówek – Diptera (much i komarów).

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący), XiN (drażniący, niebezpieczny dla środowiska), NC (nieklasyfikowany), N (niebezpieczny dla środowiska), F+ (wysoko łatwopalny).

Okres karencji: 2 dni.

Zakres zastosowania: pestkowe, ziarnkowe, orzech włoski, truskawki, winorośl, migdałowiec, figowiec, granatowiec, cytrusy, drzewa oliwne; warzywa: ziemniak, psiankowate, burak cukrowy, sonecznik; pastewne, motylkowe, tytoń, zboża; rośliny ozdobne. Zabiegi na żywności magazynowanej: zbożach i strączkowych. Dezynfekcja materiału siewnego.

Toksyczność i selektywność. Niska toksyczność dla ludzi i zwierząt (DL50 doustnie dla samców szczura – 2 370 mg/kg, dla samic szczura – 1 030 mg/kg). Bardzo toksyczne dla roztoczy z rodziny Phytoseiidae. Toksyczne dla owadów pożytecznych.

Fitotoksyczność: nie są fitotoksyczne.

Współdziałanie z innymi substancjami. Nie współdziałają z substancjami o odczynie alkalicznym, cieczą bordoską i siarką wapniową. Preparaty na bazie pyretryn są nietrwałe, szczególnie w pełnym świetle i w wysokiej temperaturze. Dodatek antyutleniaczy pozwala na zwiększenie ich skuteczności w czasie.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycydy; na ich stosowanie jest wymagane zezwolenie jednostki certyfikującej lub organu nadzoru.

Dopuszczone produkty handlowe. W Polsce nie są dopuszczone, a w innych krajach UE są zarejestrowane liczne produkty, np. we Włoszech – 86 preparatów, w Austrii – 2 (Schadlingsfrei Parexan, Spruzit – Gartenspray), Francji – 5 (np. Biophytoz L2, Pyretrol 8), UK – ponad 10 (np. Advanced Bug Killer, Aquablast Bug Spray), w Niemczech – 17 produktów zawierających tylko pyretryny i 11 w mieszaninie z olejem rzepakowym.

1.8. Kwasyna *Quassia amara* (kwasja syn. gorzgli właściwej)

Informacje ogólne. Kwasyny są to skutecznie działające substancje owadobójcze uzyskiwane z drewna różnych gatunków drzew tropikalnych, takich jak *Quassia amara* i *Picrasma excelsa* z rodziny Simaroubaceae. Właściwości owadobójcze kwasji są znane od końca XIX wieku. *Quassia amara* pochodzi z Brazylii i Gujany, a uprawiana jest w Kolumbii, Panamie i Indiach Zachodnich. Aby uzyskać wyciąg substancji czynnych, drewno gorzgli pocięte na płyty lub niewielkie walce maceruje się przez 24 godziny w wodzie, a następnie gotuje we wrzącej wodzie przez 15-20 minut. Jeżeli produkt występuje w postaci rozdrobnionego proszku, wystarczy 1- lub 2-dniowa maceracja i nie ma potrzeby gotowania.

Substancja czynna. Cechy biologiczne pochodnych gorzgli wynikają z dwóch zawartych w niej substancji czynnych o bardzo podobnych cząsteczkach (izomery optyczne) – kwasyny i neokwasyny.

Mechanizm działania. Kwasyny działają na układ nerwowy owada, przede wszystkim przez wdychanie. Działanie owadobójcze jest dość powolne, powoduje u ofiar stopniowe spowalnianie aktywności, aż do wystąpienia paraliżu i w rezultacie do śmierci.

Spektrum działania. Działają skutecznie przede wszystkim na mszyce, pilarzowate, wciornastkowate, zwójkowate.

Sposób działania. Ich trwałość jest dość ograniczona. Substancje czynne nie są lotne, dlatego aby ułatwić ich przedostawanie się do przetchlinek owada, trzeba dodać środki powierzchniowo czynne (mydła), co znacznie zwiększa skuteczność

działania. Preparaty na bazie kwasji są gorzkie, dlatego nie należy ich stosować w niedługim czasie przed zbiorami.

Klasyfikacja toksykologiczna UE. Xn (szkodliwy).

Zakres zastosowania: warzywnictwo, sadownictwo, rośliny ozdobne.

Toksyczność i selektywność. Kwasyny są nietoksyczne dla ludzi, zwierząt, pszczoł i innych owadów pożytecznych. Preparaty na bazie gorzki mogą być więc stosowane także w okresie kwitnienia. Mają niewielką zdolność przetrwania w środowisku.

Okres karencji: nie jest wymagany.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczna.

Współdziałanie z innymi substancjami: nadaje się do mieszania z mydłami.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd, repelent.

Dopuszczone produkty handlowe: nie jest włączona do Załącznika I Dyrektywy 91/414, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009; w Danii jest dopuszczona jako produkt zawierający gorzkłą, w Polsce nie jest dopuszczona.

1.9. Rotenon (*Derris* spp., *Lonchocarpus* spp. i *Tephrosia* spp.)

Informacje ogólne. Związek występujący w różnych roślinach z rodziny motylkowych, należących do rodzaju *Derris*, *Lonchocarpus* i *Tephrosia*, pochodzących, kolejno, z Azji, Ameryki Południowej i Afryki. Jest to alkaloid uzyskiwany przede wszystkim z korzeni za pomocą rozpuszczalników lub wody, w postaci żywicy, w której procentowa zawartość rotenonu wynosi od 2% do 40%, w zależności od metody ekstrakcji. Ma ograniczoną rozpuszczalność w wodzie i bardzo łatwo się utlenia pod wpływem bezpośredniego działania światła.

Substancja czynna: alkaloid rotenonu.

Mechanizm działania. Jest to insektycyd selektywny. Działa kontaktowo i żołądkowo w dość krótkim czasie. Działa wolniej niż pyretron, ale jest od niego trwalszy i dłużej utrzymuje się na roślinach. Działa na układ nerwowy, hamując mitozę, i jako inhibitor łańcucha oddechowego. Jest także skuteczny jako preparat odstrasżający, działający nawet przez kilka tygodni.

Spektrum działania. Jest bardzo szerokie, obejmuje różne owady: przylżeńce – Thysanoptera (wciornastkowate), pluskwiaki – Hemiptera (mszyce, mączlikowate, pluskwiaki, biedronkowate, miodówki), motyle – Lepidoptera (owocówkę jabłkóweczkę, bielinka kapustnika, sówkowate, omacnicowate, zwójkowate),

chrząszcze – Coleoptera (stonkowate, kwieciaki, poskrzypki), błonkówki – Hymenoptera (owocnice), muchówki – Diptera.

Sposób stosowania. Nie działa wgłębnie. Pod wpływem światła i powietrza utlenia się i ulega fotodegradacji, przekształcając się w ciągu 10 dni w substancje pochodne pozbawione właściwości owadobójczych. Uważa się, że skuteczność rotenonu jest tym większa, im większy jest stopień jego czystości. Zaleca się przeprowadzanie zabiegów o zachodzie słońca, aby substancja zadziałała skutecznie zanim ulegnie rozpadowi pod wpływem promieni słonecznych.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący), XiN (drażniący-szkodliwy dla środowiska), Xn (szkodliwy), XnN (szkodliwy-niebezpieczny dla środowiska), Nc (nieklasyfikowany).

Zakres zastosowania: jabłoń, grusza, śliwa, morela, brzoskwinia, winorośl, cytrusowe, drzewa oliwne; kapusta, karczoch, sałata, endywia, cykoria, szpinak, seler, koper włoski, arbuz, cukinia, ogórek, psiankowate, fasola, marchew, cebula, czosnek, por, ziemniak i rośliny ozdobne oraz drzewa leśne.

Toksyczność i selektywność. Toksyczny dla zwierząt domowych i bydła (DL50 dla szczura 132-1 500 mg/kg). Toksyczny dla ryb i owadów pożytecznych, chociaż nie wykazuje szczególnej agresywności wobec wczesnych stadiów owadów zapylających.

Okres karencji: zależy od uprawy 3-30 dni.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczny.

Współdziałanie z innymi substancjami: nie współdziała z substancjami alkalicznymi, cieczą bordoską i siarką wapniową; dodatek substancji zmiękczającej, na przykład olejku sosnowego, zwiększa jego skuteczność.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd, na którego stosowanie jest wymagane zezwolenie jednostki certyfikującej lub organu nadzoru.

Dopuszczone produkty handlowe. Rotenon nie przeszedł pozytywnie przeglądu przewidzianego w Dyrektywie 91/414/ CEE dotyczącej dopuszczenia do obrotu produktów ochrony roślin, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009, a więc nie został wpisany do Załącznika I powyższej Dyrektywy. W niektórych krajach zastosowanie tych produktów jest dopuszczone, aż do wyczerpania zapasów. W Polsce nie ma dopuszczonych produktów zawierających rotenon. We Włoszech dopuszczone jest stosowane 20 produktów na zasadzie derogacji do 30 kwietnia 2011 roku na jabłoni, gruszy, brzoskwini, czereśni, winorośli i ziemniakach. We Francji dopuszczonych jest 19 produktów (np. Rotenol, Cuberol, Rotenolbiol 2).

2) Mikroorganizmy wykorzystywane do biologicznego zwalczania szkodników i chorób roślin

Wirusy

2.1. Granulowirus *Cydia pomonella* (CpGV)

Informacje ogólne. Obecnie spośród 12 rodzin zawierających wirusy chorobotwórcze owadów, jedynie te należące do rodziny Baculoviridae mają zastosowanie w rolnictwie ekologicznym. Do rodziny tej należy tylko jeden rodzaj, Baculovirus, podzielony na trzy podgrupy A, B i C. Do pierwszej należą wirusy poliedrozy jądrowej (NP), do podgrupy B wirusy granulozy (GV) i do podgrupy C wirusy pozbawione ciał okluzyjnych zwane (NOBV). Budowa wiriona, mającego kształt pałeczkowaty, posiadającego osłonkę lipoproteinową, jest taka sama u wszystkich wirusów. U większości Baculovirus wiriony wbudowane są w osłonkę białkową o strukturze krystalicznej (zwaną ciałem okluzyjnym, OB), pojedynczą (GV) lub w większej liczbie (NPV). Ciało okluzyjne pełni funkcję ochrony wirionów, bardzo wrażliwych na promieniowanie ultrafioletowe. Replikacja Baculovirus odbywa się jedynie w jądrze komórek gospodarza. Do tej pory NPV wyizolowano u około 500 gatunków owadów (przede wszystkim błonkówek i motyli), wydaje się, że GV występują wyłącznie u motyli, natomiast NOBV działają na niektóre gatunki chrząszczy (żukowate). W każdym razie, poza nielicznymi wyjątkami, każdy wirus jest szczególny i jest zdolny do zainfekowania niewielu gatunków w ramach jednego lub ograniczonej liczby rodzajów należących do tej samej rodziny owadów. Wirusy są pasożytami obligatoryjnymi, a zatem nie można ich hodować na pożywkach, tylko in vivo przez zainfekowanie podatnych owadów albo zainfekowanie kultur komórkowych. Wirusa granulozy *Cydia pomonella* (CpGV) początkowo wyizolowano z gąsienic owocówki jabłkóweczki w Ameryce Środkowej. CpGV jest wytwarzany in vivo przez infekowanie specjalnie w tym celu hodowanych gąsienic owocówki jabłkóweczki. Preparaty na bazie wirusów uzyskuje się zazwyczaj przez wytrząsanie zakażonych martwych gąsienic w celu wytworzenia zawiesiny zawierającej wirusy z wodą. Zawiesina zostaje oczyszczona metodą odwirowania, po czym powstaje preparat w postaci stężonej z dodatkiem specjalnych substancji. Jest ona stabilna przez ponad 2 lata pod warunkiem, że jest przechowywana w temperaturze poniżej 4 °C, natomiast w przypadku przechowywania w temperaturze otoczenia zachowuje skuteczność tylko przez kilka tygodni. Jest to jeden z najbardziej patogenicznych wirusów, jego DL50 wynosi prawie 0,5 OB wobec gąsienic owocówki jabłkóweczki I stadium.

Substancja czynna: wiriony, czyli organizmy złożone z DNA i kapsydu.

Mechanizm działania. Infekcja zaczyna się zazwyczaj w momencie, gdy owad przypadkowo połyka ciała okluzyjne wirusa. Kiedy dostaną się one do alkalicznego środowiska jelita żywiciela (także dzięki peptydazie alkalin znajdujących się w sokach trawiennych) rozpuszczają się, uwalniając zawarte w środku elementy wirusa. W ten sposób wiriony infekują komórki nabłonkowe i replikują się ich kosztem. Stąd nowo powstałe wiriony wydobywają się i wnikają do układu krwionośnego, skąd infekcja rozprzestrzenia się praktycznie na wszystkie pozostałe tkanki. Zaatakowane owady początkowo wykazują zmniejszenie aktywności ruchowej, a następnie stają się coraz bardziej podatne na choroby wywołane przez bakterie i grzyby. W końcowym etapie zaatakowane gąsienice przestają żerować i śmierć następuje w ciągu 3-5 dni (na owocach mogą wystąpić skorkowaciełe plamy spowodowane przez młode, zaatakowane wirusem gąsienice, które usiłowały, penetrując owoc, wydostać się na zewnątrz).

Spektrum działania. CpGV jest patogeniczny w stosunku do co najmniej 6 gatunków zwójkówek, ale do sprzedaży zostały dopuszczone preparaty oparte na *Cydia pomonella*, która jest jedynym gatunkiem interesującym z punktu widzenia ekonomicznego.

Mechanizm działania. Podobnie jak wszystkie środki oparte na wirusach, także CpGV jest insektycydem powierzchniowym i działa wyłącznie żołądkowo. Nie ma jednak działania „piorunującego” na gąsienice owocówki jabłkówekczki (pomimo dużej zjadliwości) – jego skuteczność nie przekracza 80%. Przeciwko każdej generacji należy wykonać 2-3 zabiegi, w odstępie nie większym niż 8-10 dni, przed i po wylęgu gąsienic, ponieważ światło bardzo szybko niszczy wirusa. Lepszą skuteczność uzyskuje się przez zastosowanie adiuwantów (na przykład preparatu Pinolene) i środków poprawiających skuteczność insektycydu (na przykład cukru). Ponieważ CpGV działa stosunkowo powoli, należy prowadzić stałe monitorowanie populacji fitofaga (za pomocą pułapek feromonowych), aby zastosować preparat na czas, w momencie pojawienia się najbardziej podatnych stadiów. Wykazano także, że istnieje związek proporcjonalny między masą i wiekiem owada a podatnością na wirusa (gąsienice bliskie przepoczwarczenia są praktycznie niewrażliwe).

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniąca), Nc (nieklasyfikowana).

Zakres zastosowania: jabłoń, grusza, pigwa, orzech, nashi, morela, czereśnia, śliwa, porzeczką, brzoza i inne gatunki drzew leśnych.

Okres karencji: 3 dni.

Toksyczność i selektywność. Nie jest patogeniczny w stosunku do innych organizmów, z wyjątkiem podanych gatunków motyli. Wartość DL50 dla szczura > 2 000 mg/kg. Jest nieszkodliwy dla entomofauny pożytecznej i owadów niebędących celem zabiegu. W przypadku wdychania może powodować podrażnienia u ludzi.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczny.

Współdziałanie z innymi substancjami: należy unikać mieszania preparatów z pestycydami i nawozami o odczynie alkalicznym oraz produktami na bazie miedzi i siarki.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce – Carpovirusine Super SC, Madex SC; we Włoszech – Carpostop, Carpovirusine Plus, Cyd-X, Madex, Virgo; w Wielkiej Brytanii – Cyd-X, Cyd-X Extra; we Francji – Carpovirusine, Madox, Pavois; w Austrii – Carpovirusine, Madex; w Niemczech – Granupom, Madex.

2.2. Granulowirus AoGV

Informacje ogólne. Granulowirus *Adoxophyes orana* (AoGV), początkowo wyizolowany z gąsienic zwójki siatkóweczki (*Adoxophyes orana* Fischer von Roslarstamm), należy do rodziny Baculoviridae. Produkt handlowy jest sprzedawany w postaci skoncentrowanej zawiesiny i jest uzyskiwany w wyniku procesów in vivo przez zarażanie traktowanych hormonami młodocianych larw gospodarzy, w celu zwiększenia ich rozmiarów, a tym samym wydajności pozyskiwanego produktu. Formulat jest wysoce selektywny i nie stwarza żadnego zagrożenia dla pszczół, nie ma też toksycznego wpływu na inne owady, ryby i ssaki. W temperaturze otoczenia produkt jest stabilny przez 4 tygodnie, a w lodówce (poniżej 5 °C) można go przechowywać maksymalnie przez okres jednego roku; jeśli jest zamrożony, może być przechowywany przez wiele lat i nie wpływa to na jego skuteczność.

Substancja czynna: granulowirus *Adoxophyes orana* (AoGV).

Mechanizm działania. Infekcja zaczyna się zazwyczaj w momencie, gdy owad przypadkowo połyka ciała okluzyjne wirusa. Kiedy dostaną się one do alkalicznego środowiska jelita żywiciela (także dzięki peptydazie alkalin znajdujących się

w sokach trawiennych), rozpuszczają się, uwalniając zawarte w środku elementy wirusa i infekują komórki wyściółkowe przewodu pokarmowego. Owady przestają się odżywiać w ciągu 1-4 dni po zakażeniu i śmierć następuje po 3-10 dniach. Odstęp czasu pomiędzy połknięciem i replikacją wirusa jest różny, w zależności od temperatury i stopnia rozwoju gąsienic. Jednak w porównaniu z szybkością działania chemicznych środków owadobójczych zakażenie przebiega stosunkowo powoli i śmierć owadów następuje średnio po 6-12 dniach po spożyciu. Aby zmaksymalizować skuteczność działania, ważne jest zapewnienie pełnego pokrycia powierzchni liści. Granulowirus AoGV jest skuteczniejszy przeciwko młodym gąsienicom, dlatego ważne jest też monitorowanie populacji dorosłych i identyfikacja występowania lotów godowych, w celu poznania dokładnego terminu składania jaj. Zabiegi stosowane na gąsienice I pokolenia zmniejszają uszkodzenia na owocach, natomiast zabiegi na kolejne pokolenia, latem i jesienią, obniżają nasilenie następnych pokoleń.

Spektrum działania: używany do kontroli zwójki siatkóweczki (*Adoxophyes orana*) i innych zwojek liściowych.

Klasyfikacja toksyczności EU: Xi (drażniąca).

Karencja: 3 dni.

Zakres zastosowania: jabłoń, grusza, pigwa, morela, wiśnia, śliwa, porzeczki, drzewa z rodzaju Betulaceae.

Toksyczność i selektywność: wobec ssaków nie stwierdzono żadnych ostrej lub przewlekłej toksyczności lub podrażnienia skóry i oczu. Wydaje się selektywny w stosunku do zwalczanych owadów i nietrwały w środowisku.

Współdziałanie z innymi substancjami: nie stosować z formułatami opartymi na miedzi i PPP, które działają repelentnie w stosunku do *Adoxophyes orana* i innych szkodników. W trakcie przygotowywania roztworu należy utrzymywać pH pomiędzy 6 a 8.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd; tylko produkty niezmodyfikowane genetycznie w rozumieniu Dyrektywy PE i Rady 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie jest dopuszczony, a we Włoszech, Niemczech, Słowenii i w Austrii – Capex.

Bakterie

2.3. *Bacillus thuringiensis*

Informacje ogólne. Preparaty na bazie *Bacillus thuringiensis* (Berliner) były pierwszymi insektycydami biologicznymi, szeroko rozpowszechnionymi w ochronie upraw. Badania prowadzone już w początkach XX wieku wykazały własności owadobójcze *Bacillus thuringiensis*, jednak produkcję preparatów przeznaczonych dla rolnictwa na skalę przemysłową rozpoczęto dopiero na początku lat 60. Jest to bakteria gram-dodatnia, której cechą charakterystyczną jest występowanie kryształu białka zawierającego toksynę o nazwie δ -endotoksyna, skutecznie działającą na wiele gatunków owadów. Do dzisiaj wyizolowano ponad 30 podrodzajów *Bacillus thuringiensis* działających na liczne gatunki owadów, od muchówek, po motyle i chrząszcze, różniące się właściwościami antygenowymi wici (serotyp). Wici są to rodzaje specyficznych wyrostków (np. *Escherichia coli*). Obecnie główne odmiany bakterii stosowane w mikrobiologicznym zwalczaniu szkodników, to: *Bacillus thuringiensis* odm. *kurstaki* (serotyp H 3a, 3b, szczep HD/1) stosowana przede wszystkim w zwalczaniu larw motyli; *Bacillus thuringiensis* odm. *israelensis* (serotyp H 14), stosowana do kontrolowania larw komara na obszarach podmokłych; *Bacillus thuringiensis* odm. *tenebrionis* (serotyp H 8a, 8b), stosowana w zwalczaniu larw chrząszczy w uprawach warzywnych; *Bacillus thuringiensis* odm. *aizawai* (serotyp H 7), mniej istotna, stosowana do zwalczania *Galleria mellonella*. Istnieją także odmiany (np. *B. thuringiensis* odm. *thuringiensis*) produkujące inną toksynę, o nazwie β -ezetoksyna, mającą również bardzo silne właściwości owadobójcze, ale ponieważ stwierdzono również, że jest ona teratogenna, w wielu krajach wprowadzono zakaz stosowania preparatów na bazie *B. thuringiensis* zawierających tę toksynę.

Substancja czynna: składnikiem owadobójczym *Bacillus thuringiensis* jest δ -endotoksyna występująca w postaci kryształków białkowych spor.

Mechanizm działania. *Bacillus thuringiensis* ma działanie wyłącznie żołądkowe na larwy, wobec których skuteczność jest odwrotnie proporcjonalna do ich wieku, a zatem także ciężaru. Bakterie nie muszą rozmnażać się w organizmie żywiciela, działają jak prawdziwa trucizna. Kiedy *Bacillus thuringiensis* wnika do jelita środkowego larwy owada, rozpoczyna się normalny proces trawienia i kryształek białkowy zawierający bakterię się rozprzestrzenia. Wówczas przy zetknięciu z sokami trawiennymi żywiciela w sprzyjającym, wysoko alkalicznym środowisku (pH 9,5-12) rozpuszcza się, uwalniając δ -endotoksynę, która paraliżuje mięśnie układu trawiennego, powodując przerwanie aktywności troficznej larwy (w ciągu pół godziny od wnikięcia do żołądka). U gatunków bardziej wrażliwych dodatkowo zostaje zniszczony nabłonek jelita środkowego, co powoduje w bardzo

krótkim czasie śmierć larwy; u gatunków mniej wrażliwych śmierć następuje po kilku dniach wskutek zagłodzenia lub posocznicy.

Spektrum działania. Do połowy lat 70. znano jedynie odmiany *Bacillus thuringiensis* skuteczne w zwalczaniu larw motyli; stopniowo odkrywano inne odmiany, skuteczne wobec muchówek i chrząszczy, a ostatnio także wobec błonkówek, roztoczy, nicieni itp. Odmiana *kurstaki* jest skuteczna przeciwko motyloom z rodzin: namiotnikowatych, trociniarkowatych, zwójkowatych, kapustnikowatych, sówkowatych i niektórych gatunków chrząszczy. Odmiana *aizawai* działa przeciwko motyloom nocnym. Odmiana *israelensis* stosowana jest w zwalczaniu muchówek (komarowatych, muchowatych, Sciaridae, ochotkowatych – Chironomidae, koziołkowatych – Tipulidae). I wreszcie odmiana *tenebrionis* jest stosowana głównie przeciwko chrząszczom stonkowatych (stonce ziemniaczanej).

Sposób stosowania. *Bacillus thuringiensis* jest bardzo ważnym insektycydem biologicznym o niewątpliwych korzystnych właściwościach, posiada ponadto pewne cechy szczególne – ma działanie żołądkowe tylko wobec stadium larwalnego, a jaja i osobniki dorosłe są niewrażliwe. Zabieg należy przeprowadzać w momencie pojawienia się larw we wczesnym stadium, ponieważ wtedy są najbardziej wrażliwe na preparat. Jest on fotolabilny, pod wpływem działania promieni UV (zarodniki występujące na eksponowanych powierzchniach szybko umierają, natomiast zarodniki znajdujące się w glebie mają zdolność przetrwania stosunkowo wysoką, do 40 dni). Powodzenie zabiegu zależy od bardzo dokładnego rozprowadzenia środka na całej roślinie czy w koronie drzewa, szczególnie na dolnej części liści, gdzie bakteria jest lepiej osłonięta od czynników atmosferycznych (światło, deszcz), a larwy owadów chętniej żerują i znajdują dobre siedlisko. Najlepsze wyniki uzyskuje się przy temperaturze około 20 °C. Preparat jest mało trwały (maksimum 8 dni).

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący), Nc (nieklasyfikowany).

Okres karencji: 3 dni.

Zakres zastosowania. *Bacillus thuringiensis* odm. *kurstaki*: drzewa ziarnkowe, pestkowe, truskawka, cytrusowe, winorośl, kiwi, drzewa oliwkowe, burak czerwony, cykoria, rzepa, psiankowate, dyniowate, kapustne, warzywa liściaste, fasola, fasolka szparagowa, zioła świeże, oset, seler, koper włoski, karczoch, por, rzepak, soja, słonecznik, bawełna, ziemniak, kukurydza, burak cukrowy, tytoń, ozdobne, len, rośliny szkółkarskie, topola, okrywa z traw. *Bacillus thuringiensis* odm. *tenebrionis*: pomidor, bakłażan, mięta, szparag, ziemniak, topola, wierzba, wiąz. *Bacillus thuringiensis* odm. *aizawai*: ziarnkowe, pestkowe, truskawka, cytrusowe, winorośl, kiwi, oliwka, pomidor, cykoria, rzepa, papryka, bakłażan,

dyniowate, kapustne, warzywa liściaste, fasola, fasolka szparagowa, zioła świeże, oset, seler, koper włoski, karczoch, rzepak, słonecznik, bawełna, ziemniak, kukurydza, burak cukrowy, tytoń, rośliny ozdobne, leśne, szkółkarskie, topola.

Toksyczność i selektywność. Jest nieszkodliwa dla ludzi, zwierząt i pszczół. Nie działa na owady pożyteczne i inne organizmy nieszkodliwe (z wyjątkiem różnych gatunków motyli nieszkodliwych dla flory, występujących na obszarze zabiegu).

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczny.

Współdziałanie z innymi substancjami. Preparaty na bazie *Bacillus thuringiensis* można stosować w mieszaninach z licznymi akarycydami, insektycydami, fungicydami oraz substancjami wspomagającymi (na przykład cukrem), które zwiększają skuteczność działania bakterii. Nie współdziałają ze środkami utleniającymi oraz preparatami o odczynie kwaśnym bądź alkalicznym. Nie należy stosować z wodą o wskaźniku pH wyższym od 8. Należy uważać na mieszanie tych preparatów z produktami na bazie oleju i zwiłzaczami, które mogą zwiększyć ryzyko fitotoksyczności.

Zastosowane w rolnictwie ekologicznym: tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe. Od połowy lat 80. w UE zarejestrowano wiele preparatów na bazie *Bacillus thuringiensis* odm. *kurstaki*, *tenebrionis* i *aizawai*. W handlu są dostępne także preparaty zawierające *Bacillus thuringiensis* odm. *israelensis*, zarejestrowane jako środki medyczno-chirurgiczne. Obecnie w Polsce nie ma dopuszczonych preparatów; we Włoszech są 52 produkty, w Wielkiej Brytanii 1 (Dipel DF), w Austrii 6, we Francji 7, a w Niemczech 2 produkty.

2.4. *Streptomyces griseoviridis*

Informacje ogólne. Mikroorganizmy te, występujące normalnie w naturze, oddziałują na wzrost i przetrwanie patogena zgodnie z czterema mechanizmami: walką o podłoże i przestrzeń, antybiozą opartą na produkcji przez antagonistów toksycznych metabolitów wtórnych, pasożytowaniem i wreszcie stymulowaniem mechanizmu odpornościowego rośliny. *Streptomyces griseoviridis* jest także stosowany jako biofungicyd, ponieważ zaobserwowano, że posiada on właściwości zwalczania wielu chorób roślin uprawianych na białym torfie *Sphagnum* pochodzącym z Finlandii. W trakcie badań prowadzonych przez Uniwersytet w Helsinkach zaobserwowano, że *Streptomyces* tworzyły obfitą florę bakteryjną w torfie. Jeden ze szczepów – K61, który występuje powszechnie w naturze i nie jest zmodyfikowany genetycznie (najbardziej obiecujący w wyniku przeprowadzonych prób laboratoryjnych), został następnie wdrożony do produkcji

na skalę przemysłową przez fińską Kamira Oy. Bakterię namnaża się metodą fermentacji, po której następuje liofilizacja, w wyniku której uzyskuje się proszek zawierający bakterię. Produkt jest stabilny przez 12 miesięcy, pod warunkiem, że jest przechowywany w temperaturze poniżej 8 °C.

Substancja czynna: komórki bakterii *Streptomyces griseoviridis* K61.

Mechanizm działania. W odpowiednio wilgotnym podłożu kolonie bakterii szybko się rozmnażają, kolonizując korzenie rośliny żywicielskiej, wykazując przy tym działanie grzybobójcze w stosunku do mikroorganizmów chorobotwórczych. Są znane różne formy antagonizmu pomiędzy bakterią i patogenami. W warunkach laboratoryjnych produkują one wtórne metabolity (nie jest pewne, czy wydzielane są one w glebie *in vivo*), które działają na zasadzie współzawodnictwa terytorialnego i hiperparazytyzmu. Izolat stymuluje także wzrost rośliny żywicielskiej, ponieważ w trakcie procesu kolonizacji ryzosfery wytwarzane są enzymy i metabolity wzrostu stymulujące rozwój korzeni.

Spektrum działania: głównymi obiektami są *Fusarium oxysporum* oraz inne grzyby fitopatogeny, takie jak *Verticillium dahliae*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Phytophthora capsici*, *Pythium* spp. i *Phomopsis* spp.

Sposób stosowania. Można stosować do zabiegów na sucho do zaprawiania nasion lub w roztworze wodnym w podłożu upraw przez zraszanie lub nawadnianie. Podobnie jak inne mikroorganizmy nie ma działania węgłbnego.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xn (szkodliwy).

Okres karencji: nie jest wymagany.

Zakres zastosowania: ogórek, melon, gerbera, cyklamen, goździk.

Toksyczność i selektywność. Nie jest groźny dla ssaków. Należy unikać styczności ze skórą i wdychania, ponieważ preparat może powodować podrażnienia. Nieszkodliwy dla entomofauny pożytecznej.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczny.

Współdziałanie z innymi substancjami: odradza się stosowanie łączne z fungicydami lub nawozami w postaci koncentratu.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe. W Polsce, Wielkiej Brytanii, Francji, Austrii i Niemczech nie ma; we Włoszech i w Finlandii – produkt Mycostop.

2.5. *Bacillus subtilis*

Informacje ogólne. *Bacillus subtilis* jest bakterią gram-dodatnią powszechnie obecną w glebie, szczególnie obficie występującą w ryzosferze roślin. Została wprowadzona jako zaprawa nasienna w 1994 roku przez firmę Christian Hansen Biosystems. Preparat jest wytwarzany w procesie płynnej fermentacji. Może być przechowywany przez wiele lat w suchym i chłodnym miejscu, z dala od światła słonecznego. W niektórych krajach szczepy *Bacillus subtilis* są wykorzystywane jako probiotyki w żywieniu zwierząt lub jako środki wspomagające odżywianie roślin.

Substancja czynna: *Bacillus subtilis*.

Mechanizm działania. Działa zapobiegawczo. Antagonistyczne działanie wyraża się zarówno w konkurencji o substancje odżywcze, jak i o przestrzeń, także przez produkcję enzymów zbliżonych do proteaz i celulaz oraz naturalnych substancji, takich jak: surfaktyna, bacilizyna, subtilizyna i ituryrna.

Spektrum działania: szara pleśń (*Botrytis cinerea*), parch (*Venturia* spp.) i zaraza ogniowa (*Erwinia amylovora*).

Klasyfikacja toksyczności UE: Xi (drażniąca).

Karencja: nie jest wymagana.

Zakres zastosowania: jabłoń, grusza, winorośl.

Toksyczność i selektywność: nie ma żadnych dowodów toksyczności ostrej lub przewlekłej wobec ssaków, ale może powodować uczulenie w kontakcie ze skórą i działać drażniąco na oczy.

Współdziałanie z innymi substancjami: jest możliwe mieszanie produktu z innymi fungicydami.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd, bakteriocyd. Tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/EWG.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma, we Włoszech i Niemczech – Serenade WP (strain QST 713), we Francji – Serenade Biofungicide (strain QST 713), w Wielkiej Brytanii – Serenade ASO (strain QST 713).

2.6. *Pseudomonas chlororaphis*

Informacje ogólne. *Pseudomonas chlororaphis* jest to bakteria gram-ujemna powszechnie występująca w glebie, mogąca szybko kolonizować korzenie roślin.

Produkt handlowy jest wytwarzany przez fermentację i jest stabilny przez okres 3-4 miesięcy, jeśli jest przechowywany w temperaturze 4-8 °C. W temperaturze pokojowej można go przechowywać do 3 tygodni.

Substancja czynna: *Pseudomonas chlororaphis*.

Mechanizm działania. Antagonizm wobec fitopatogenicznych gatunków wyraża się przez konkurencję, drapieżnictwo, pasożytnictwo i przez produkcję substancji o działaniu przeciwgrzybicznym.

Spektrum działania. Stosowany do kontroli grzybów z rodzaju *Helminthosporium* (*Drechslera graminea*, *Drechslera teres*, *Drechslera avenae*), śnieci (*Tilletia caries*), głowni (*Ustilago avenae*, *Ustilago hordeii*), septoriozy (*Septoria nodorum*), *Bipolaris sorokiniana*.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Nc (nieklasyfikowany).

Karencja: nie jest wymagana.

Zakres zastosowania: materiał siewny zbóż; zaprawianie mechaniczne nasion (metodą slurry lub podobnymi).

Toksyczność i selektywność. Nie ma żadnego znanego gatunku *Pseudomonas* związanego ze szczepem MA342 szkodliwego dla ludzi lub zwierząt. Nie wykazano żadnych negatywnych skutków na organizmy nie będące celem zabiegu lub na środowisko.

Współdziałanie z innymi substancjami: nie należy mieszać produktu z innymi związkami.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd. Tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma, we Włoszech i w Niemczech: Cedomon (Strain MA 342), w Wielkiej Brytanii i we Francji – Cerall (Strain MA 342).

Grzyby

2.7. *Beauveria bassiana*

Informacje ogólne. Idea zwalczania szkodliwych owadów sięga czasów Agostino Bassi, który w roku 1834 odkrył, że chorobę jedwabnika (*Bombyx mori*) wywoływał pewien grzyb właściwy, obecnie zwany *Beauveria bassiana*. Grzyb ten występuje we wszystkich szerokościach geograficznych, w każdym środowisku. Znalaziono go u blisko 500 gatunków owadów, przede wszystkim z rzędu motyli i chrząszczy. Grzyby niedoskonałe entomopatogeniczne można namnażać zarówno metodą fermentacji płynnej, jak i stałej (stosując najczęściej jako substrat ziarniaki zbóż). Drugą metodę stosuje się zazwyczaj po to, aby uzyskać konidia (odporniejsze i łatwiejsze do przechowywania), a nie blastosporę. Okres przechowywania preparatów trwa od 6 miesięcy do 2 lat, pod warunkiem, że przechowywane są w temperaturze 4-8 °C, natomiast w temperaturze otoczenia w ciągu kilku tygodni traci swoją żywotność.

Substancja czynna: zarodniki grzyba.

Mechanizm działania. Zarodniki grzyba przy kontakcie z owadem zaczynają kiełkować, wnikając do ciała owada przez kutykulę na wysokości głowy i segmentów tułowia, działając mechanicznie i enzymatycznie. Możliwe jest także zakażenie żołądkowe. Zdolność perforacji bezpośredniej kutykuli stwierdzono także wobec owadów o narządzie gębowym kłująco-ssącym, takich jak mączlikowate i mszyce. Następnie grzyb rozwija się w ciele owada, wytwarzając toksyny i powodując utratę wody oraz substancji odżywczych, co doprowadza do jego śmierci w ciągu 3-5 dni. W środowisku o dużej wilgotności owad zostaje pokryty białą powłoką zbudowaną ze strzępek grzybni oraz konidiów.

Spektrum działania. *Beauveria bassiana* w naturze ma bardzo szerokie spektrum działania, bowiem obejmuje ono wiele gatunków owadów, ale w ramach jednego gatunku działają określone szczepy. Dostępne obecnie w handlu szczepy są skuteczne we wszystkich stadiach rozwoju owada (jaja, larwy, poczwarki i osobniki dorosłe) mączlikowatych, które atakują większość upraw warzywnych i roślin ozdobnych tunelowych i gruntowych (*Bemisia tabaci*, *Bemisia argentifolii*, *Trialeurodes vaporariorum*), wciornastki (*Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci*, *Thrips major*), przędziorek owocowiec (*Tetranychus urticae*), muchówki (*Ceratitis capitata*, *Rhagoletis cerasi*, *Bactrocera oleae*), niektóre gatunki mszyc (*Nasonovia ribis-nigri*, *Myzus persicae*, *Aphis fabae*), chrząszcze (sprężykowate, ryjkowcowate, prześwielikowate) i skoczki.

Sposób działania. Ten grzyb owadobójczy działa żołądkowo oraz kontaktowo, dlatego może być stosowany również do zwalczania fitofagów z narządem gębowym kłująco-ssącym, a zatem niewrażliwych na bioinsektycydy o działaniu żołądkowym (na przykład *Bacillus thuringiensis*). Aby skuteczność grzyba, jako organizmu chorobotwórczego, była wysoka, jest wymagane bardzo wilgotne środowisko lub osłona wodna, aby zarodniki mogły kiełkować, a strzępki grzybni przeniknąć do ciała żywiciela. Zaleca się przeprowadzanie zabiegów, gdy stopień porażenia jest niski, zanim szkody będą widoczne. Zabieg należy powtórzyć w przypadku dużych opadów deszczu. W wysokich temperaturach i przy promieniowaniu UV zdolność zakażenia i żywotność mikroorganizmu znacznie się obniża.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący) Nc (nieklasyfikowany).

Okres karencji: ze względu na cechy produktu naturalnego nie jest wymagana karencja w okresie przed zbiorami.

Zakres zastosowania: jabłoń, grusza, morela, czereśnia, brzoskwinia, śliwa, jeżyna, malina, truskawka, orzech laskowy, winorośl, kiwi, kaki, grusza nashi, pomidor, papryka, bakłażan, arbuż, melon, dynia, cukinia, marchew, ogórek, sałata, endywia, cykoria, ziemniak, rośliny ozdobne.

Toksyczność i selektywność. Grzyby chorobotwórcze nie są toksyczne i chorobotwórcze wobec ssaków. Mogą podrażniać oczy, drogi oddechowe i skórę. Toksyczność ostra preparatów jest stosunkowo niska (wartość DL50 przez inhalację dla szczura wynosi 2×10^9 CFU; DL50 na skórze dla szczura $> 2\ 000$ mg/kg; DL50 ustnie dla szczura $> 3\ 000$ mg/kg). Mikroorganizm ten nie wywołuje objawów klinicznych zatrucia u ptaków, natomiast może działać toksycznie na organizmy wodne. Nie jest szkodliwy dla owadów pożytecznych i innych niebędących celem zabiegu. Trwałość *Beauveria bassiana* w glebie jest bardzo krótka.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczny.

Współdziałanie z innymi substancjami. Można go stosować z innymi insektycydami i nawozami. Należy uważać przy używaniu fungicydów, zazwyczaj nie zaleca się łącznego stosowania, chociaż niektóre substancje czynne, takie jak wodorotlenki miedzi i siarki, nie mają negatywnego wpływu na żywotność *Beauveria bassiana*.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma, we Włoszech – Botanigard 22 WP, Botanigard SE, Boveral, Boveral OF, Naturalis, w Wielkiej Brytanii – Naturalis-L.

2.8. *Ampelomyces quisqualis*

Informacje ogólne. Jest to grzyb niedoskonały stosowany w zwalczaniu różnych gatunków mączniaka, jako że jest jego antagonistą (występując w naturze, nie podlega manipulacjom genetycznym). Obecnie stosuje się wyizolowanego *Ampelomyces quisqualis* oznaczonego numerem 10, odkrytego w Izraelu. Jest on namnażany metodą fermentacji w zanurzeniu w celu uzyskania zarodników, które staną się składnikami preparatu przeznaczonego do handlu. Następnie zarodniki zostają ponownie uwodnione (proces ten odbywa się w trakcie przygotowywania mieszaniny przeciwpasożytniczej) kiełkują w grzybni mączniaka i pasożytują go. Preparat handlowy jest stabilny przez około 12 miesięcy, pod warunkiem przechowywania go w temperaturze niższej niż 20 °C i przez okres około 3 lat, jeżeli jest silnie schłodzony.

Substancja czynna: zarodniki i grzybnia *Ampelomyces quisqualis*.

Mechanizm działania. Strzępki grzyba wnikają do wnętrza strzępków grzybni fitopatogena i tam się rozwijają, niezależnie od warunków zewnętrznych. Taka forma pasożytowania spowalnia, a następnie hamuje rozwój grzybni różnych gatunków mączniaka.

Spektrum działania. Jest szczególnie aktywny wobec czynników wywołujących mączniaka z rodziny Erysiphaceae. W literaturze odnotowano ponad 64 gatunki mączniaka podatne na działanie grzyba antagonisty, między innymi należące do rodzaju *Brasilomyces*, *Erysiphe*, *Leveillula*, *Microsphaera*, *Phyllactinia*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca*, *Uncinula*. Są to mączniaki, które atakują 256 gatunków roślin.

Sposób działania. Nie działa wglębnie, stosowany jest do zabiegów na liściach w pierwszym etapie porażenia mączniakiem; zazwyczaj stosuje się 2 zabiegi w odstępie 7-10 dni. Aby zarodniki mogły kiełkować, wilgotność względna musi wynosić co najmniej 60%, wnikanie grzyba trwa wtedy od 2 do 4 godzin w zależności od temperatury. Ponieważ do kiełkowania zarodników jest niezbędna wysoka wilgotność, zaleca się używanie produktu z dodatkiem adiuwantów.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Nc (nieklasyfikowany).

Okres karencji: nie jest wymagany.

Zakres zastosowania: truskawka, winorośl, róża; ostatnio poszerzono go także o dyniowate (cukinia, melon, ogórek, dynia, arbuz), psiankowate (pomidor, bakłażan, papryka).

Toksyczność i selektywność. Nie jest toksyczny dla kręgowców i entomofauny pożytecznej ani dla ludzi i ssaków. Może powodować lekkie podrażnienie oczu.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczny.

Współdziałania z innymi substancjami: można stosować łącznie z innymi bioinsektycydami, na przykład *Bacillus thuringiensis* czy *Trichoderma harzianum*, natomiast nie wolno go mieszać z preparatami na bazie siarki.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce i w Wielkiej Brytanii nie ma, we Włoszech i w Niemczech – preparat AQ 10 WG.

2.9. *Trichoderma harzianum* Rifai KRL-AG2 i T-39

Informacje ogólne. Do rodzaju *Trichoderma* należy wiele gatunków grzybów występujących w naturze. Niektóre z nich wykazują zdolności antagonistyczne w stosunku do niektórych patogenów lądowych, co stwierdzono na podstawie badań prowadzonych od lat 30. ubiegłego wieku. Gatunkiem najlepiej przebadanym jest *Trichoderma harzianum*, który wykorzystuje się między innymi do przygotowywania preparatów do dezynfekcji biologicznej gleby i zaprawiania nasion. Ten grzyb właściwy występuje zazwyczaj na terenach nisko położonych, głównie w glebach kwaśnych i środowisku sprzyjającym różnicowaniu się jego struktur, co pozwala mu na przetrwanie w glebie przez długi czas. Izolat szczepu KRL-AG2 (T-22) został uzyskany w procesie fuzji protoplazmatycznej natomiast izolat szczepu T-39 jest obecny w przyrodzie i został wyselekcjonowany w celu wykorzystania jego właściwości przeciwgrzybiczych. Oba preparaty zostały otrzymane w procesie fermentacji. Preparat przygotowuje się zazwyczaj w postaci rozpuszczalnego proszku, chociaż niektóre zawierają również granule lub mikrogranule. Preparat jest stabilny przez okres 1 roku, pod warunkiem przechowywania w temperaturze poniżej 20 °C w opakowaniu próżniowym, ale bardzo szybko traci swą żywotność, jeżeli jest przechowywany w temperaturze otoczenia.

Substancja czynna: konidia i grzybnia *Trichoderma harzianum* Rifai szczep KRL-AG2 (znany też jako szczep T-22) i szczep T-39.

Mechanizm działania. Działanie grzybobójcze *Trichoderma harzianum* wyraża się przede wszystkim przez agresywną walkę i pasożytowanie na grzybach, chociaż niektóre odmiany wytwarzają także substancje antybiotykowe (zwłaszcza przy niskim pH). Walka o pożywienie, stanowiąca główny mechanizm działania, polega na tym, że zarodnikom patogenów odbierane są substancje zawarte w wydzielinach na powierzchni organów roślinnych (makro- i mikroelementy, cukry, alkohole, pektyny, aminokwasy, kwasy organiczne), co hamuje ich

kiełkowanie. Rzeczywiste działanie grzybobójcze rozpoczyna się w momencie, gdy grzyb *Trichoderma harzianum* dociera do pasożyta rośliny, owija jego grzybnię strzępkami swojej grzybni, wydzielając enzymy (beta- 1,3-glukanazę i chitynazę), które rozpuszczają ścianę komórkową i umożliwiają przeniknięcie do wnętrza grzybni żywiciela, rozpoczynając proces pasożytowania).

Spektrum działania. Szczep T-22 stosuje się doglebowo, aby uniknąć infekcji grzybowej korzeni. Jest skuteczny przeciwko *Phytium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Cylindrocladium* spp., *Thielaviopsis* spp., *Myrothecium* spp oraz *Armillaria mellea*. Szczep T-39 jest aktywny przeciwko *Botrytis cinerea* Pers. I brunatnej zgniliznie owoców (*Monilinia laxa*, *Monilinia fructigena*).

Sposób stosowania. Różne preparaty są stosowane zarówno do zabiegów doglebowych, jak i dolistnych, we Włoszech zaleca się stosowane zarejestrowanego preparatu tylko do zabiegów dolistnych. Grzyb nie ma działania wgłębnego, a zatem jest bardzo istotnie, aby stosować go z odpowiednim wyprzedzeniem, przed rozwinięciem się fazy krytycznej choroby, dzięki czemu grzyb będzie mieć wystarczająco dużo czasu na kolonizację zagrożonych części. Zabiegi należy przeprowadzać w regularnych odstępach co 7-8 dni. Najlepsze rezultaty uzyskuje się w warunkach wysokiej wilgotności względnej (ponad 80%) i temperaturze od 20 °C do 25 °C.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący).

Okres karencji: szczepu T-39 3-7 dni, w zależności od gatunku; dla szczepu T-22 okres karencji nie jest przewidziany.

Zakres zastosowania: pestkowe, winorośl, kiwi.

Toksyczność i selektywność. *Trichoderma harzianum* nie jest chorobotwórczy dla kręgowców i roślin. Toksyczność preparatów jest zmienna, ale niska (wartość DL50 doustnie dla szczura > 500 mg/kg). U ludzi może wywołać podrażnienia oczu. Jest selektywny wobec entomofauny pożytecznej, toksyczny dla organizmów wodnych. Nie jest szkodliwy dla organizmów pożytecznych lub środowiska. Nie ma żadnego wpływu na aktywność i rozmnażanie drożdży, a zatem także na procesy fermentacji w produkcji wina.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczny.

Współdziałanie z innymi substancjami. Preparaty na bazie *T. harzianum* szczep T-22 należy używać oddzielnie. Nie zaleca się stosowania w połączeniu z siarczanem wapnia. Jeżeli jest to konieczne, zabiegi należy przeprowadzać w odstępie co najmniej 2 tygodni. Preparaty na bazie szczepu T-39 mogą być stosowane z preparatami na bazie miedzi i siarki oraz nawozów dolistnych, ale mogą być fitotoksyczne dla upraw niewymienionych na etykiecie.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE I Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: produkt jest zarejestrowany we Włoszech (szczep KRL-AG2 (T-22) – Rootschild, Trianum, Vendina i szczep T-39: Trichodex), a także w Grecji i Szwecji, niezarejestrowany w innych krajach europejskich, jak np. we Francji, Austrii i Wielkiej Brytanii.

2.10. *Trichoderma asperellum* (ex *T. harzianum*) ICC012

Informacje ogólne. *Trichoderma harzianum* (szczep ICC012) dzięki zastosowaniu nowych technik molekularnych jest obecnie zidentyfikowany jako *Trichoderma asperellum* ICC012. Jest to wszechobecny grzyb saprofityczny naturalnie występujący w glebie, ale także w materiale organicznym, jak rozkładające się drewno. Jest termolabilny i nie mogąc rosnąć w temperaturze wyższej niż 35 °C nie stanowi ryzyka dla organizmów stałocieplnych. Jest wrażliwy na promieniowanie UV i dlatego łatwo ulega rozkładowi.

Substancja czynna: *Trichoderma asperellum* (ex *T. harzianum*) ICC012.

Mechanizm działania. Antagonistyczne działanie *T. asperellum* (ICC012), zachodzi według różnych sposobów, takich jak współzawodnictwo o przestrzeń i pożywienie z patogenami w ryzosferze, mykopasożytnictwo, produkcja enzymów zdolnych do degradacji ścian komórkowych grzybów, produkcja innych substancji przeciwgrzybiczych i indukcja układu odpornościowego. Pasożytnictwo w stosunku do innych grzybów nie ogranicza się do specyficznych gospodarzy, ale obejmuje wiele rodzajów grzybów.

Spektrum działania. *Trichoderma asperellum* we współdziałaniu z *Trichoderma gramschi* jest polecany do zapobiegania atakom pasożytniczych grzybów systemu korzeniowego i szyjki korzeniowej, takich jak *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium dahliae*, *Thielaviopsis basicola*, *Phytophthora capsici*.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący).

Karencja: nie jest przewidziana.

Zakres zastosowania: uprawy ogrodnicze (bazylika, karczoch, ogórek, fasola, fasola szparagowa, koper, cykorja, sałata, oberżyna, melon, papryka, pomidor, seler, cukinia, zioła), rośliny ozdobne doniczkowe.

Toksyczność i selektywność: DL50 ostra doustna dla szczura > 2 000 mg/kg. Działanie toksyczne szczepu ICC080 lub produkowanych przez niego metabolitów nie są znane.

Współdziałanie z innymi substancjami. Produkt należy stosować w pojedynkę. W razie potrzeby inne pestycydów należy zastosować w odstępie 10 dni od zakończenia leczenia.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd. Tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: we Włoszech są zarejestrowane 2 formuły zawierające i *T. asperellum* szczep ICC012 i *T. gamsii* szczep ICC080 (Radix, Remedier), w Polsce, Danii, Francji, Austrii i Wielkiej Brytanii nie ma zarejestrowanego żadnego produktu.

2.11. *Trichoderma asperellum* (ex *T. viride*) TV1

Informacje ogólne. *Trichoderma viride* (szczep TV1) dzięki zastosowaniu nowych technik molekularnych jest obecnie zidentyfikowany jako *Trichoderma asperellum* TV1. Jest to wszechobecny grzyb saprofityczny, naturalnie występujący w glebie. Jest termolabilny, rośnie w temperaturze 10-35 °C, optymalna temperatura wzrostu to 28 °C; nie mogąc rozwijać się w temperaturze wyższej niż 35 °C nie zagraża organizmom stałocieplnym. Ponadto zarodniki, będąc mało wrażliwe na ciepło, mogą przeżyć (w przeciwieństwie do innych patogenów) zabiegi termiczne gleby. Jest wrażliwy na promieniowanie UV i dlatego na świetle łatwo ulega rozkładowi. Szczep TV1 rośnie optymalnie przy pH pomiędzy 5 i 5,5. Będąc organizmem tlenowym rośnie w powierzchniowych warstwach gleby. Na antagonistyczne działanie grzyba *Trichoderma* ma wpływ kilka czynników abiotycznych (rodzaj gleby lub podłoża do wzrostu, dostępność składników odżywczych, pH, temperatura, zasolenie, promieniowanie słoneczne) i biotycznych (rodzaj antagonisty i rośliny, na której pasożytuje, obecność w glebie drapieżników, pasożytów lub mikroorganizmów antagonistycznych). Gatunki *Trichoderma* cechuje bardzo szybki wzrost, z obfitą produkcją konidiów i szybką kolonizacją ziemi, po obróbce cieplnej i fumigacji.

Substancja czynna: *Trichoderma asperellum* (ex *T. viride*) TV1.

Mechanizm działania. Jest grzybem antagonistycznym o szybkim wzroście, posiadającym zdolność korzystania z różnych podłoży. Wykazuje działanie hamujące i zachowawcze w stosunku do głównych patogenów grzybowych odpowiedzialnych za zgniliznę korzeni przez połączenie różnych działań: konkurowania o przestrzeń i/lub substancje odżywcze patogenów obecnych w rizosferze, mykopasożytnictwo, produkcję enzymów zdolnych do degradacji ściany komórkowej grzybów patogennych, produkcję przeciwgrzybiczych substancji i indukcję systemu odpornościowego.

Spektrum działania: *T. asperellum* hamuje i ogranicza rozwój patogenów glebowych powodujących gnicie korzeni, takich jak: *Pythium* spp., *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium* spp.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący).

Karencja: nie jest przewidziana.

Zakres zastosowania: czosnek, szparagi, bazylia, burak, boćwina, karczoch, marchewka, kapusta, ogórek, cykoria, cebula, arbuz, rzepak, rzeżucha, roszonek, szczypiorek, fasola, fasola szparagowa, koper, cykoria, sałata, lawenda, majeranek, malwa, oberżyna, melisa, melon, mięta, ziemniaki, papryka, pomidor, por, pietruszka, rzodkiewka, rzepa, rzodkiew, seler, szpinak, cykoria, rozmaryn, szałwia, szalotka, tymianek, tytoń, dynia, cukinia, truskawka, rośliny ozdobne, trawniki i boiska sportowe.

Toksyczność i selektywność: DL50 doustna dla szczura: > 2 000 mg/kg; na uprawach autoryzowanych preparat nie wykazywał żadnych efektów fitotoksycznych.

Współdziałanie z innymi substancjami: Preparat można mieszać z wszystkimi insektycydami, fungicydami i nawozami stosowanymi w rolnictwie ekologicznym.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd; tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce, Danii, Francji, Wielkiej Brytanii nie ma takich preparatów, we Włoszech – Xedavir (szczep TV1).

2.12. *Trichoderma gamsii* (ex *T. viride*) ICC080

Informacje ogólne. *Trichoderma viride* (szczep ICC080) dzięki wykorzystaniu nowych technik molekularnych jest obecnie poprawnie identyfikowany jako *Trichoderma gamsii* ICC080. Jest to wszechobecny grzyb naturalnie występujący w glebie. Ma charakter saprofityczny, ale w pewnych warunkach może korzystać z żywej materii organicznej. Jest termolabilny, rośnie w temperaturze 10-35 °C, optymalna wzrostu temperatura to 25-30 °C; nie mogąc rozwijać się w temperaturze wyższej niż 35 °C, nie jest zagrożeniem dla organizmów stałocieplnych. Ponadto zarodniki będąc mało wrażliwe na ciepło, mogą przeżyć (w przeciwieństwie do innych patogenów) zabiegi termiczne gleby. Jest wrażliwy na promieniowanie UV i dlatego na świetle łatwo ulega rozkładowi. Będąc organizmem tlenowym rośnie w powierzchniowych warstwach gleby. Na antagonistyczne działanie grzyba *Trichoderma* ma wpływ kilka czynników abiotycznych (rodzaj gleby lub podłoża do wzrostu, dostępność składników odżywczych, pH, temperatura, zasolenie, promieniowanie słoneczne) i biotycznych

(rodzaj antagonisty i rośliny, na której pasożytuje, obecność w glebie drapieżników, pasożytów lub mikroorganizmów antagonistycznych). Gatunki *Trichoderma* cechuje bardzo szybki wzrost, z obfitą produkcją konidiów i szybką kolonizacją gleby, po obróbce cieplnej i fumigacji.

Substancja czynna: *Trichoderma gamsii* (ex *T. viride*) ICC080.

Mechanizm działania. *T. gamsii* wykazuje działalność inhibicyjną w stosunku do innych grzybów przez konkurencję o przestrzeń lub pożywienie; szczep ICC080 skuteczniej kolonizuje okolice korzeni niż patogeny obecne w naturalnych warunkach w glebie. Mechanizm działania tego mikroorganizmu obejmuje także mykopasożytnictwo i wydzielanie enzymów zdolnych do degradacji ścian komórkowych pasożytów, produkcję substancji przeciwgrzybiczych, solubilizację składników nieorganicznych i indukcję systemu odpornościowego rośliny.

Spektrum działania: *T. gamsii* w połączeniu z *Trichoderma asperellum* jest polecany do zapobiegania atakom pasożytniczych grzybów systemu korzeniowego i szyjki korzeniowej, takich jak: *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium dahliae*, *Thielaviopsis basicola*, *Phytophthora capsici*.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący).

Karencja: nie jest przewidziana.

Zakres zastosowania: uprawy warzywne (bazylia, karczoch, ogórek, fasola, koper, cykorja, sałata, oberżyna, melon, papryka, pomidor, seler, cukinia, rośliny zielarskie i rośliny ozdobne, w tym także doniczkowe.

Toksyczność i selektywność: DL50 doustna dla szczura: > 2 000 mg/kg.

Współdziałanie z innymi substancjami: produkt zaleca się stosować oddzielnie; w razie potrzeby zastosowania innych pestycydów należy je użyć w odstępie co najmniej 10 dni od zabiegu.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd; tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma, we Włoszech są zarejestrowane 2 produkty zawierające *Trichoderma asperellum* (ceppo ICC012) i *Trichoderma gamsii* (szczep ICC080) – Radix, Remedier.

2.13. *Trichoderma polysporum* szczep IMI 206039

Informacje ogólne. Większość szczepów grzybów *Trichoderma* rozmnaża się w sposób bezpłciowy w procesie mitozy. Rozwój rozpoczyna się zwykle od kiełkujących zarodników lub chlamidospor formujących się w proste lub rozgałęzione konidiofory. W zależności od dostępności składników odżywczych,

konkurencji ze strony innych mikroorganizmów i czynników fizycznych, takich jak światło i temperatura zarodnikowanie odbywa się za pomocą mniej lub bardziej rozgałęzionych konidiów i chlamidospor o kształcie kulistym lub elipsoidalnym tworzących się interkalarnie. Kolonie grzybów rozrastają się bardzo szybko. Ten etap kończy zwykle bezpłciowy cykl grzyba *Trichoderma* wykorzystywany w produkcji handlowej zarodników. *Trichoderma* może również indukować odporność roślin przez produkcję związków fenolowych i sprzyja akumulacji w roślinach hydrolaz, takich jak chitynazy czy glukonazy. Akumulacja tych ostatnich pozwala na obronę rośliny przez rozpuszczanie ściany komórkowej grzybów pasożytniczych. Niektórymi czynnikami ograniczającymi dla grzyba *Trichoderma* okazała się konkurencja z innymi mikroorganizmami, np. z bakteriami glebowymi *Bacillus subtilis*.

Substancja czynna: *Trichoderma polysporum* IMI 206039.

Mechanizm działania. Informacje o sposobie działania *T. polysporum* są ograniczone. U tych grzybów występują następujące mechanizmy: mykopasożytnictwo, powodowane przez interakcję grzybni antagonisty i żywiciela; antybioza; zwiększenie odporności roślin na czynnik chorobotwórczy, konkurencja w glebie o przestrzeń i składniki odżywcze. Przypuszcza się, że mechanizmy te działają synergistycznie.

Spektrum działania. Wykazano, że *T. polysporum* szczep IMI 206039 pasożytuje na wielu różnych grzybach będących patogenami roślin i wiadomo o jego silnym antagonistycznym działaniu w stosunku do grzybów niszczących drewno z klasy Basidiomycetes. Jest skuteczny przeciwko *Botrytis*, *Verticillium*, *Pythium*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Didymella*, *Chondrostereum* i *Heterobasidion*.

Klasa toksyczności: Nc (nieklasyfikowany).

Karencja: nie jest wymagana.

Zakres zastosowania: truskawka w polu i pod osłonami, drzewa ozdobne.

Toksyczność i selektywność. Dane na temat produkcji metabolitów przez *Trichoderma polysporum* są ograniczone. U innych grzybów należących do tego rodzaju antagonistyczne działanie jest przypisywane produkcji antybiotyków lotnych i nielotnych (głównie antybiotyków peptydowych zwanych peptaibolami, sesquiterpenoidów, izonitryli, poliketydów i alkili peronowych). *T. polysporum* szczep IMI 206039 nie rośnie w temperaturze ludzkiego ciała, w związku z tym infekcje u ludzi nie są możliwe.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: dopuszcza się wyłącznie zezwolenie na stosowanie w charakterze środka grzybobójczego; tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Szwecji został zarejestrowany preparat Binab TF WP

2.14. *Coniothyrium minitans*

Informacje ogólne. Mikroorganizm powszechnie występujący w przyrodzie, należący do klasy Deuteromycetes. Jest to gatunek z rodzaju hyperpasożytów należący do rodziny Scerotinaceae, niezdolny przetrwać w przypadku braku przetrwalników i strzępek grzybni żywiciela. Jest namnażany w drodze fermentacji. Zarodniki, po naniesieniu i wprowadzeniu do wilgotnej gleby, kiełkują i niszczą przetrwalniki żywiciela, z którymi wchodzi w kontakt. Zabiegi powinny być wykonywane 2-3 miesiące przed kiełkowaniem przetrwalników, w celu pożądanego działania dezynfekującego *Coniothyrium* w warstwie gleby, na którą został naniesiony.

Substancja czynna: *Coniothyrium minitans* (zarodniki).

Mechanizm działania. Zarodniki *Coniothyrium minitans* kiełkują w wilgotnej glebie, tworząc grzybnię, która penetruje przetrwalniki kolonizowanego grzyba w wyniku rozpuszczenia jego ścian cytoplazmatycznych. Zarodnikowanie *C. minitans* występuje na powierzchni i wewnątrz przetrwalników żywiciela, tworząc w ten sposób źródła następnych infekcji. Zarodniki *C. minitans* mogą przetrwać, nie kiełkując, w zniszczonych sklerocjach co najmniej rok, grzyb można znaleźć w glebie przez co najmniej 18 miesięcy po jego zastosowaniu. Produkt jest biologicznie czynny, gdyż zawiera zarodniki, i dlatego powinien być przechowywany w chłodnym, suchym miejscu.

Spektrum działania: działa wyłącznie przeciwko *Sclerotinia* spp.

Klasa toksyczności: Nc (nieklasyfikowany).

Karencja: nie jest wymagana.

Zakres zastosowania: gleby i podłoża przeznaczone pod uprawę roślin sadowniczych, warzyw i roślin ozdobnych podatnych na *Sclerotinia* spp.

Toksyczność i selektywność: nie toksyczny. Nie wytwarza toksycznych metabolitów wtórnych dla roślin. Nie wykazuje działania fitotoksycznego.

Współdziałanie z innymi substancjami: Unikać mieszania z innymi środkami grzybobójczymi, kwasami lub produktami alkalicznymi i wszystkimi produktami, które mogą reagować z materią organiczną.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd; tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce: Contans; ten sam produkt jest zarejestrowany we Włoszech, Wielkiej Brytanii, Francji, a w Niemczech jako preparat Contans WP.

2.15. *Paecilomyces lilacinus*

Informacje ogólne. *Paecilomyces lilacinus* jest powszechnie występującym grzybem z rodzaju Deuteromycetes, zwykle obecny w glebie, rozprzestrzenia się głównie w rozkładającej się materii organicznej. Izolaty tego mikroorganizmu różnią się znacznie między sobą potencjałem nicieniobójczym. Szczep 251 został wyizolowany na Filipinach z jaj nicieni z narośli korzeniowych. Jest średnio wrażliwy na promieniowanie UV, pozostaje nieaktywny w temperaturze powyżej 32 °C, nie zalega w glebie, ponieważ ulega natychmiastowej degradacji, wykazuje dużą tolerancję na pH, temperatura optymalna dla wzrostu to 26-30 °C. Nie wytwarza mykotoksyn. Produkt handlowy jest otrzymany w wyniku fermentacji stałej.

Substancja czynna: *Paecilomyces lilacinus*.

Mechanizm działania. Działa pasożytując jaja i inne stadia rozwojowe nicieni fitopatogenicznych. Wobec jaj działa w sposób mechaniczny i na drodze enzymatycznej, wytwarza enzymy, które umożliwiają przenikanie do choriogonadotropiny jaj. Grzybnia rozwija się wewnątrz jaja, stopniowo uwalniając zarodniki, które mogą pasożytować więcej jaj. Zarodniki przylegające do naskórka nicieni w innych stadiach rozwojowych kiełkują i grzybnia wnika przez naskórek lub otwory naturalne. Grzyb odżywia się kosztem treści ciała nicieni doprowadzając do ich śmierci.

Spektrum działania: zarodniki *P. lilacinus* działają na nicienie z rodzaju *Meloidogyne* spp. odpowiedzialne za guzowatość korzeni.

Klasa toksyczności: Xi (drażniący).

Karencja: nie jest wymagana.

Zakres zastosowania: formulat jest stosowany doglebowo i może być stosowany we wszystkich uprawach.

Toksyczność i selektywność: substancja nie jest toksyczna, szkodliwa lub zakaźna dla ludzi; nie wykazuje również działania fitotoksycznego.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący).

Współdziałanie z innymi substancjami: nie należy mieszać z innymi fungicydami.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: nematocyd; tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma, we Włoszech jest zarejestrowany tylko jeden formulat na bazie *P. lilacinus* szczep 251 (Bioact WG); we Francji zarejestrowany jest produkt Preferal na bazie innego gatunku (*Paecilomyces fumosoroseus*) przeciwko mączlikom do użytku pod osłonami; w Wielkiej Brytanii, Danii i Austrii nie ma zarejestrowanych produktów.

2.16. *Pythium oligandrum*

Informacje ogólne. Zdolność grzyba *P. oligandrum* do kolonizacji korzeni różnych gatunków roślin (np. ogórka, ryżu i winorośli) jest bardzo słaba i jego przedostawanie się jest ograniczone do warstwy komórek naskórka. *P. oligandrum* w bardzo dużym stopniu kolonizuje korzenie pomidorów i jest to zjawisko związane z reakcją obronną gospodarza, polegającą na formowanie struktur podobnych do brodawek w miejscach penetracji strzępek grzyba. Dlatego interakcja między *P. oligandrum* a gospodarzem prawdopodobnie zależy od gatunku rośliny. Wyniki wskazują również, że mikroorganizm indukuje ekspresję genów odpornościowych w roślinie. Środki zawierające *P. oligandrum* można przechowywać przez 10 lat bez większego pogorszenia jakości i skuteczności.

Substancja czynna: zarodniki *Pythium oligandrum*.

Mechanizm działania. Jest to grzyb naturalnie występujący w glebie, zwiększający odporność roślin na ataki patogenów grzybowych. Zjawisko ochrony roślin przed patogenami nie może być bezpośrednią interakcją pomiędzy antagonistą a patogenem, ale raczej sygnałem ze strony *P. oligandrum* lub wynikiem interakcji roślina-mikroorganizm. Wiadomo także, że *P. oligandrum* wydziela oligandrynę, białkową substancję należącą do grupy elicytyn, które mają zdolność do indukowania systemicznej odporności u roślin. Mechanizm uaktywniający działania obronne roślin pod wpływem oligandryny nie jest jeszcze do końca

poznany. *P. oligandrum* lub olygandryna mogą wywołać reakcje obronne winorośli przed zakażeniem *B. cinerea*. Egzogenne, dolistne, zastosowanie białka grzybów powoduje u roślin szybsze i skuteczniejsze zwalczanie gatunków z rodzaju *Fusarium*, głównie przez ogromne nagromadzenie grzybobójczych związków w miejscu próby penetracji czynników chorobotwórczych.

Spektrum działania. *Pythium oligandrum* będący naturalnym antagonistą różnych patogenów grzybowych (między innymi *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Phytophthora* sp., *Phoma* sp., *Verticillium* sp., *Sclerotinia* sp., *Fusarium* sp.) jest używany w zwalczaniu takich chorób, jak: zgorzel podstawy łodyg, fuzarioza, szara pleśń, zgnilizna twardzikowa i innych.

Sposób działania. Jego główne działanie polega na ochronie nasion i siewek roślin przed atakami patogenów grzybowych, stymulowaniu wzrostu młodych roślin i łagodzeniu czynników stresowych. Aby utrzymać wysoką skuteczność tego środka, trzeba utrzymywać odpowiednie warunki powietrzno-wodne w otoczeniu systemu korzeniowego. Błędy popełniane w nawadnianiu, zwłaszcza zbyt częste zalewanie mat, prowadzą do znacznego zmniejszenia skuteczności działania *P. oligandrum*.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Nc (nieklasyfikowany).

Karencja: nie jest wymagana.

Zakres zastosowania: truskawka, rośliny warzywne uprawiane pod osłonami (pomidor, ogórek, papryka, sałata, kalafior i brokuł).

Toksyczność i selektywność. Nie określono krytycznych wartości wymagających monitorowania w środowisku pracy. Nie jest fitotoksyczny. Toksyczność ostra doustna dla szczura $DL_{50} > 5\ 000$ mg/kg; toksyczność ostra skórna dla szczura $DL_{50} > 5\ 000$ mg/kg; toksyczność ostra wdechowa dla szczura $CL_{50} > 5$ mg/l. Z danych zaczerpniętych z wyników badań naukowych wynika, że grzyb jest nieszkodliwy dla pszczoł, ryb i innych organizmów wodnych, zwierząt hodowlanych, domowych, dzikich i zwierzyny łownej.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd; tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: zarejestrowany w Załączniku I Dyrektywy 91/414, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009. W Polsce jest zarejestrowany preparat Polyversum, we Włoszech, Francji, Wielkiej Brytanii, w Niemczech i Austrii nie ma zarejestrowanych produktów.

2.17. *Lecanicillium muscarium* (ex *Verticillium lecanii*)

Informacje ogólne. Zabieg można wykonać późnym popołudniem lub wcześnie rano. Aby otrzymać dobre wyniki, należy dokładnie pokryć preparatem obie strony powierzchni liści. Przy wyższych dawkach zwiększa się szybkość działania preparatu. W celu otrzymania lepszych rezultatów należy stosować naturalne środki zwilżające.

Substancja czynna: *Lecanicillium muscarium*.

Mechanizm działania. Zarodniki *Lecanicillium muscarium* przez kontakt dostają się na naskórek owadów. Dzięki produkowanym enzymom grzyb wnika do owada przez naskórek. Infekuje owada, wytwarzając strzępki z kiełkujących zarodników. Następnie niszczy wewnętrzną zawartość ciała, powodując śmierć owadów. Grzyb zarodkuje na ciele owadów, produkując toksynę z grupy cyklopeptydów o nazwie bassianolide, która zabija owady w ciągu 4-6 dni. Larwy i poczwarki giną, zanim grzyb jest na nich widoczny. Martwe larwy i poczwarki są koloru od jasno do ciemnożółtego, są pomarszczone i nie błyszczą. W sprzyjających warunkach na zainfekowanych owadach pojawia się biała puszysta grzybnia. *Lecanicillium muscarium* najlepiej rośnie w temperaturze 20-30 °C i przy wilgotności względnej powietrza powyżej 65%.

Spektrum działania: jest skuteczny wobec wszystkich części miękkich ciała szkodników ssących, takich jak: mszyce, przylżeńce, chrząszcze, mączliki i wszystkie typy roztoczy.

Klasa toksyczności: Xi (drażniący), Nc (nieklasyfikowany).

Karencja: nie jest wymagana.

Zakres zastosowania: jabłoń, winorośl, cytrusowe, granatowiec.

Toksyczność i selektywność:

Współdziałanie z innymi substancjami: jest kompatybilny z większością biopestycydów i insektycydów konwencjonalnych. Nie należy go mieszać z fungicydami syntetycznymi. Unikać rozpylania chemicznych środków grzybobójczych przez 3-5 dni przed lub po zastosowaniu produktu.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd; tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce: nie ma, w Wielkiej Brytanii, Holandii i Finlandii – Mycotal, Vertalec

2.18. *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* (szczep BIPESCO 5/F52)

Informacje ogólne. *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* jest grzybem entomopatogenicznym, który występuje naturalnie w glebie i jest przyczyną chorób u różnych owadów, działając jako ich pasożyt. Grzyb atakuje gospodarza przez bezpośrednią penetrację jego szkieletu zewnętrznego. Konidia kiełkują na powierzchni owada i mogą zamieniać się w formę zgrubiałego fragmentu grzybni, którym grzyb przytwierdza się do podłoża zwanego appressorium. Strzępki przenikają przez naskórek gospodarza i wrastają do hemocelu owada. Na tym etapie mogą być produkowane toksyny zwane destruxins. Po śmierci owadów, w warunkach wysokiej wilgotności, kutikula owada staje się czerwona. Jeśli wilgotność otoczenia jest wystarczająco wysoka, na martwych owadach rośnie biały nalot, który szybko (kiedy produkowane są zarodniki) zmienia kolor na zielony. W warunkach suchych, grzyb może przetrwać w formie grzybni, ale nie produkuje zarodników na zewnątrz martwego owada. Produkcja konidiów wymaga wody. Optymalną temperaturą do zarodnikowania jest temperatura 10-35 °C. *M. anisopliae* może rosnąć w warunkach in vitro w zakresie pH 3,3-8,5.

Substancja czynna: *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*.

Mechanizm działania. Szczep BIPESCO 5/F52 produkuje różne rodzaje destruxins (A, B i E). Ilościowa rola tych toksyn w procesie infekcji nie jest do końca poznana. Śmierć owada prawdopodobnie występuje z powodu różnych procesów, w tym wyczerpania składników odżywczych, przeszkód natury fizycznej lub inwazji narządów, paraliżu i toksykozy.

Spektrum działania. *M. anisopliae* var. *anisopliae* szczep BIPESCO 5/F52 ma bardzo wielu żywicieli. W warunkach rolniczych działa na opuchlaki (*Otiorhynchus sulcatus*, *Daktulosphaira vitifoliae* w winnicach i *Phyllopertha horticola*, *Amphimallon solstitialis* w sadach owocowych), turkuciwate – turkuć podjadek (*Gryllotalpa gryllotalpa*) z rzędu chrząszcze (Coleoptera). Może on kontrolować także niektóre gatunki roztoczy.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Nc (nieklasyfikowany)

Karencja: nie jest wymagana.

Zakres zastosowania: drzewa i krzewy owocowe, winorośl, szkółki, łąki i pastwiska, rośliny ozdobne, plantacje świerku i jodły (np. *Abies nordmanniana* i *Abies procera*).

Toksyczność i selektywność: nie ma szkodliwego wpływu na środowisko.

Współdziałanie z innymi substancjami:

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd i akarycyd; tylko produkty niemodyfikowane genetycznie, zgodnie z Dyrektywą PE i Rady Nr 2001/18/WE.

Dopuszczone produkty handlowe: dopuszczone na podstawie dyrektywy WE 2008/113 do stosowania od 1/05/2009. Zarejestrowane produkty nie są jeszcze dostępne w sprzedaży. We Włoszech w trakcie rejestracji jest produkt Grantem G.

3) Substancje produkowane przez mikroorganizmy

3.1. Spinosad

Informacje ogólne. Spinosad jest mieszaniną dwóch metabolitów: spinosyd A (85%) i spinosyd D (15%), produktów powstałych w procesie fermentacji powodowanych przez bakterie z rzędu Actinomycetes (*Saccharopolyspora spinosa*) obecnej w niektórych glebach. Nazwa bakterii *Saccharopolyspora spinosa* wskazuje na organizm wyposażony w kolce, który zawiera dwie cząsteczki cukru i produkuje dużą liczbę zarodników. *S. spinosa* produkuje w czasie fermentacji dużą liczbę metabolitów wykazujących specyficzną aktywność bakteriobójczą. Metabolity te zostały nazwane spinosinami i do dziś zidentyfikowano ich ponad 30. Spinosad powstaje w kilku fazach podczas procesu fermentacji podłoża zainfekowanego przez *S. spinosa* i zawiera takie substancje naturalne, jak: woda, cukry, wyciągi drożdży, wodorowęglan sodu, substancje mączne, witaminy, minerały i oleje roślinne.

Mechanizm działania. Spinosad działa przede wszystkim żołądkowo, ale także kontaktowo, działając na system nerwowy owadów, podwyższając i przedłużając działalność neuroprzekaźnika acetylocholino (ACh) i innych typów neuroprzekaźników, jak kwas gamma-amino-masłowy (GABA). Neurony stają się nadaktywne, wzrasta działalność motoryczna, powodując niekontrolowane skurcze mięśni, co w konsekwencji prowadzi do drgawek i kompletnego paraliżu. Kiedy rozpoczynają się te symptomy, owady przestają się odżywiać, co jest charakterystyczne dla efektu „anti-feeding”.

Spektrum działania. Spinosad wykazuje nadzwyczaj szerokie spektrum działania, wpływa na stadia larwalne wielu owadów należących do rzędu motyli, chrząszczy, muchówek, błonkówek, termitów, wciornastków.

Okres karencji: zazwyczaj od 3 do 15 dni.

Zastosowanie: ziarnkowe, orzech włoski, leszczyna, truskawka i inne rośliny jagodowe, brzoskwinia, nektaryna, morela, czereśnia, śliwa, wiśnia, mirabelka, winorośl, kasztan jadalny, drzewo migdałowe, rośliny lecznicze, psiankowate, dyniowate, szpinak, sałata, rośliny lecznicze, burak, por, szparagi, karczochy, rabarbar, seler, cebula, czosnek, kapustne, rośliny ozdobne, trawniki ozdobne i sportowe.

Toksyczność i selektywność. Toksyczność w stosunku do kręgowców jest bardzo niska (DL50); ostra doustna, wyrażona w mg/kg ciężaru ciała, na szczurze samicy 5 000 mg/kg, samca 3 783 mg/kg; mała toksyczność dla ptaków, niewielka toksyczność dla ryb i bezkręgowców wodnych. Wykazuje natomiast wysoką toksyczność dla pszczół (DL50 doustna 0,57 mg/pszczołę, DL50 przez kontakt 0,0036 mg/pszczołę), ostryg i innych mięczaków wodnych. Nie należy opryskiwać kwitnących roślin sadowniczych, a inne uprawy należy opryskiwać w godzinach wieczornych, kiedy aktywność owadów zapylających jest niska. W zasadzie Spinosad ma bardzo mały wpływ na owady pożyteczne: biedronki, złotooki, pluskwiaki drapieżne i inne. Spinosad jest natychmiast degradowany w glebie (DT50 < 1 dzień).

Klasyfikacja toksykologiczna UE: nieklasyfikowany.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczny.

Współdziałanie z innymi substancjami: kompatybilny z powszechnie używanymi pestycydami, jednak wskazane jest korzystanie z produktu ściśle według wskazań etykiety.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd; preparat jest dopuszczony do użytku wyłącznie w przypadku jednoczesnego podjęcia środków służących zminimalizowaniu ryzyka wystąpienia głównych parazytoidów oraz zminimalizowaniu ryzyka polegającego na zwiększeniu odporności.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce – SpinTor 240 SC; we Włoszech – Conserve, Laser SC, Spintor, Spintor Fly, Success; w Wielkiej Brytanii – Conserve, Tracer, we Francji 6 produktów, w Niemczech 2 produkty.

4) Substancje używane w pułapkach i dozownikach

4.1. Fosforan dwuamonowy

Informacje ogólne. Fosforan dwuamonowy jest krystalicznym proszkiem, który w zetknięciu z powietrzem stopniowo traci do 8% amoniaku. Czystość produktu handlowego wynosi 98-99%. Uzyskuje się go przez rozkład fosforytu kwasem siarkowym, którego nadmiar strąca się po dodaniu węglanów; po przefiltrowaniu neutralizuje się go amoniakiem, następnie mieszaninę się podgrzewa, w wyniku czego powstaje krystaliczny proszek barwy białej, szarej lub czarnej. Jest rozpuszczalny w wodzie, natomiast nie rozpuszcza się w alkoholu ani acetonie. W rzeczywistości otrzymany produkt jest nawozem, ale bywa stosowany także jako atraktant w celu zwiększenia skuteczności pułapek wykorzystywanych przy zwalczaniu muchówek.

Substancja czynna: fosforan dwuamonowy.

Mechanizm działania. Preparat służący do wabienia pasożytów. Jest stosowany jako przynęta w pułapkach, pozwala bowiem na monitorowanie populacji muchówek powodujących choroby roślin. Zapach uwalnianego amoniaku jest przynętą typu pokarmowego dla dorosłych much.

Spektrum działania: muchówki – *Bactrocera oleae* Gmel. (muszka oliwna), *Ceratitis capitata* Wied. (owocanka południówka), *Rhagoletis cerasi* L. (nasionnica trześniówka). Należy wymieszać z wodą w proporcji 30-40 g/rodzinę (jedna dawka). W wysokiej temperaturze woda paruje, a fosforan amoniaku ulega krystalizacji.

Zakres zastosowania: można stosować w sadach owocowych i oliwkowych.

Toksyczność i selektywność. Jest to produkt o bardzo niskiej toksyczności dla ludzi i nieszkodliwy dla fauny wodnej i lądowej (wartość DL50 doustnie dla szczura > 2 000 mg/kg). Może powodować podrażnienia dróg oddechowych w przypadku wdychania. Nie gromadzi się w glebie.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczny, posiada właściwości nawozu.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: atraktant dopuszczony do stosowania tylko w pułapkach.

Dopuszczone produkty handlowe: produkt nie jest klasyfikowany jako pestycyd i nie został umieszczony w Załączniku I Dyrektywy 91/414, Załącznika I Dyrektywy

91/414 uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009, trwa procedura o włączenie.

4.2. Feromony

Informacje ogólne. Są to lotne substancje organiczne stosowane jako przekaźniki w życiu płciowym różnych gatunków owadów. Istnieją różne typy feromonów, które sklasyfikowano według sposobu reagowania owadów, które reagują na feromony: płciowe, agregacyjne, rozpraszające, alarmowe, śladowe, dojrzewania. Obecnie wiele feromonów uzyskuje się w drodze syntezy chemicznej, są one tak samo skuteczne jak feromony naturalne. Spośród wszystkich typów, największe zastosowanie praktyczne w walce z owadami szkodliwymi mają feromony płciowe i agregacyjne.

Substancja czynna: liczne i różne feromony, w zależności od owada będącego celem zabiegu.

Sposób działania. Feromony płciowe są to substancje wydzielane w naturze przez samice, aby zwabić samców tego samego gatunku. Są one stosowane na cztery sposoby: monitorowanie (monitoring system) – polega na stosowaniu feromonów, za pomocą których są wabione i następnie chwytane samce danego gatunku; masowe wychwytywanie (mass trapping) – na masowym wyłapywaniu samców z wykorzystaniem dużej liczby pułapek, aby nie dopuścić do kopulacji; dezorientacja seksualna – polega na tym, że prowokuje się ciągłe i rozproszone wysyłanie feromonów, co powoduje dezorientację samców i w konsekwencji zmniejsza liczbę kopulacji; i wreszcie technika zwana attract and kill, polegająca na tym, że na jakiejś części rośliny (na przykład na gałęzi) umieszcza się mieszanekę feromonów i insektycydów, aby zniszczyć samce. Rolą feromonów agregacyjnych jest wywołanie u owadów tego samego gatunku i bez rozróżnienia płci zachowania, które zwiększa zagęszczenie populacji (grupowanie się) w bezpośredniej bliskości źródła wydzielania feromonów.

Spektrum działania. Feromony płciowe stosowane według techniki monitorowania stosowane są w pułapkach przeznaczonych dla wielu rozmaitych owadów szkodliwych, przede wszystkim motyli, natomiast feromony stosowane w metodzie mass trapping działają jedynie wobec niektórych gatunków motyli (trociniarka czerwica, przeziernik jabłoniowiec i porzeczkowiec, korowódkowate, brudnica nieparka i zwójki magazynowe). System dezorientacji płciowej jest

stosowany wobec owocówek i niektórych szkodników minujących liście. W odróżnieniu od feromonów płciowych, które są przeznaczone do zwalczania wielu gatunków owadów fitofagów, dostępne obecnie feromony agregacyjne mogą być stosowane tylko w zwalczaniu korników i innych szkodników roślin leśnych.

Feromony płciowe dostępne w handlu są to mieszaniny o niskiej masie cząsteczkowej, a zatem dość lotne.

Rejestracja. Środki ochrony roślin zawierające feromony stosowane w technice dezorientacji płciowej oraz attract and kill muszą być zarejestrowane, natomiast środki ochrony roślin zawierające feromony stosowane jako pułapki do monitorowania i wychwytywania masowego, nie muszą być rejestrowane, ponieważ w nich są wykorzystywane bardzo nieduże ilości substancji aktywnych.

Zakres zastosowania: rośliny sadownicze, drzewa cytrusowe, winorośl, drzewa oliwne, uprawy zielarskie, rośliny ozdobne, topole i inne drzewa leśne, przechowywane środki spożywcze.

Toksyczność i selektywność. Nie są niebezpieczne dla ludzi i zwierząt. Ponieważ stosowane są w pułapkach, nie są wymagane szczególne środki ostrożności. Znaczna selektywność tych substancji sprawia, że nie są zagrożeniem dla entomofauny pożytecznej.

Fitotoksyczność. Ponieważ substancje te nie biorą udziału w procesach biologicznych, można uznać, że ryzyko fitotoksyczności nie istnieje.

Współdziałanie z innymi substancjami. Zazwyczaj współdziałają z najważniejszymi insektycydami dostępnymi w handlu (na przykład syntetycznymi pyretroidami), chociaż nie zawsze muszą być stosowane w połączeniu z insektycydami.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: atraktanty – substancje zmieniające zachowania płciowe, dopuszczone stosowanie tylko w pułapkach i podajnikach automatycznych.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma; w innych krajach UE jest zarejestrowanych wiele produktów: Włochy (10 produktów), Francja (Ginko e Isomatec TT), Niemcy (RAK 1 + 2 SD, RAK 1 Neu Einbendiger Traubenwichtler), Wielkiej Brytanii (Exosex CM).

4.3. Pyretroidy (wyłącznie deltametryna lub lambda-cyhalotryna)

Są to insektycydy syntetyczne o strukturze molekularnej zbliżonej do pyretryn naturalnych, ale mające o wiele wyższą odporność na utlenianie, a zwłaszcza na fotodegradację. Dzięki swej trwałości są szeroko rozpowszechnione w handlu do ochrony upraw, a ich wyjątkowo szybkie działanie sprawia, że są bardzo chętnie stosowane w walce z chorobami wirusowymi przenoszonymi przez owady. W rolnictwie ekologicznym stosuje się tylko dwie substancje czynne: deltametrynę i lambda-cyhalotrynę.

4.3.1. Deltametryna

Informacje ogólne: deltametryna jest pierwszym z grupy tzw. pyretroidów fotostabilnych, zsyntetyzowano ją w roku 1973.

Substancja czynna. Jest to cząsteczka stabilna, bardzo słabo rozpuszczalna w wodzie, ale znakomicie rozpuszczalna w rozpuszczalnikach organicznych.

Mechanizm działania: działa na owady kontaktowo i żołądkowo, szybko i z długotrwałym skutkiem.

Spektrum działania. Jest bardzo szerokie, obejmuje: prostoskrzydłe (krótkoczułkowe), przyłżeńce (wciornastkowate), pluskwiaki (mszycarzowate, mączlikowate, skoczkowate, pluskwowate, miseczniki, miodówki), motyle (owocówki, bielinka kapustnika, sówkowate, omacnicowate, zwójki), chrząszcze (stonkowate, kwieciaki, chrabąszcza majowego, ryjkowcowate, żywiaka chlebowca, czarnuchowate, strąkowcowate, skórnikowate), błonkówki (pilarzowate), muchówki (pryszczarkowate, muchy). Insektycyd nie mający działania wglębnego; okres trwałości 3-4 tygodnie.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: T (toksyczny).

Okres karencji: od 3 do 30 dni (w zależności od zakresu stosowania).

Zakres zastosowania: cytrusy, truskawka, brzoskwinia, morela, śliwa, czereśnia, jabłoń, grusza, winorośl, oliwka, szparag, marchew, ogórek, młoda kapusta, kapusta głowiasta, karczoch, sałata i podobne, szpinak, groszek, fasolka szparagowa, papryka, pomidor, bakłażan, seler, por, cebula, fasola, grzyby, ziemniak, bób, soja, bawetna, rzepak, pszenica, jęczmień, kukurydza, lucerna, burak cukrowy, tytoń, topola, siewki, rośliny ozdobne, magazynowana żywność – zboża.

Toksyczność i selektywność: dla ssaków jest względnie niska (wartość DL50 doustna dla szczura wynosi 135 mg/kg); toksyczna dla złotooków i innych owadów

pożytecznych; bardzo toksyczna żołądkowo i wyraźnie toksyczna kontaktowo dla pszczoł; toksyczna dla ryb.

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczna.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd dopuszczony do stosowania wyłącznie w pułapkach przeciwko muszce oliwnej (*Bactrocera oleae* Gmel.), owocance południówce (*Ceratitis capitata* Wied.) oraz innym muchówkom.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma; około 10 produktów zarejestrowanych w różnych krajach europejskich: w Wielkiej Brytanii – 5 produktów, we Włoszech – 4, we Francji – 6, w Niemczech – 1 (Decis Flussig).

4.3.2. Lambda-cyhalotryna

Informacje ogólne. Lambda-cyhalotryna jest pyretroidem syntetycznym o szerokim spektrum działania i parametrach chemicznych zbliżonych do pyretryn naturalnych.

Substancja czynna: posiada takie same parametry rozpuszczalności i stabilności jak deltametryna, ale w odróżnieniu od niej występuje w dwóch postaciach izometrycznych.

Mechanizm działania: działa głównie kontaktowo, a także żołądkowo, bardzo szybko i z dużą wydajnością. Jeśli chodzi o śmiertelność owadów; w niewielkich dawkach ma także właściwości repelenta.

Spektrum działania: przyłżeńce (wciornastkowate), pluskwiaki (mszycarzowate, mączlikowate, skoczkowate, pluskwowate, miseczniki, miodówki, prześwietlikowate), motyle (owocówka jabłkóweczka, bielinek kapustnik, minujące, sówkowate, omacnicowate, zwójkówki, owocówki), chrząszcze (pędrusie, stonkowate, chrabąszcz majowy, ryjkowcowate, zwójkowate), błonkówki (pilarzowate), muchówki (pryszczarkowate, muchy); posiada niewielkie działanie jako akarycyd.

Sposób działania. Wykazuje trwałą zdolność do ochrony, chociaż nie ma działania układowego. Rozkład substancji czynnej w glebie trwa od 4 do 12 tygodni. Perkolacja w różnych glebach nie ma znaczenia.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: T+ (bardzo toksyczny).

Okres karencji: od 3 do 70 dni (w zależności od uprawy, na które jest stosowana substancja czynna).

Zakres zastosowania: jabłoń, grusza, migdał, orzech, morela, brzoskwinia, czereśnia, śliwa, malina, czarna porzeczka, agrest, kiwi, truskawka, winorośl, ogórek, kalafior, kapusta, brukselka, groszek, fasola, bób, karczoch, seler, cykoria,

pomidor, papryka, koper włoski, soczewica, marchew, cebula, czosnek, por, cukinia, rzodkiewka, fasolka szparagowa, ziemniak, orzech arachidowy, soja, jęczmień, bawełna, słonecznik, burak cukrowy, rzepak, pszenica, żyto, owies, sorgo, kukurydza, chmiel, lucerna, łąki, pastwiska, życica, burak pastewny, tytoń, rośliny ozdobne i leśne; magazynowane ziarna zbóż.

Toksyczność i selektywność. Jest bardzo toksyczna dla owadów pożytecznych i organizmów wodnych, natomiast dla ssaków jest toksyczna w mniejszym stopniu (wartość DL50 doustnie dla szczura wynosi 96 mg/kg, CL50 – 0,06 mg/l).

Fitotoksyczność: nie jest fitotoksyczna.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd dopuszczony do stosowania tylko w pułapkach zawierających atraktanty i przeciwko muszce oliwnej (*Bactrocera oleae* Gmel.) i owocance południowce (*Ceratitis capitata* Wied.) i innym muchówkom.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma; w innych krajach UE jest zarejestrowanych wiele preparatów: w Wielkiej Brytanii – 21, we Francji – 10, we Włoszech – 3, w Niemczech – 2 preparaty.

5) Substancje przeznaczone do spryskiwania powierzchni między roślinami uprawnymi

5.1. Ortofosforan żelaza (III)

Informacje ogólne. Fosforan żelaza w naturze występuje bardzo powszechnie w postaci stałej, koloru białoszarego, stanowi składnik niektórych minerałów, takich jak beraunit, kakoksenit, dufrenit, syderyt żelaza czy strengit. Nielotny, słabo rozpuszczalny w wodzie, co sprawia, że w niewielkim stopniu rozprasza się w środowisku. Stosowany jest w wielu dziedzinach, między innymi w przemyśle spożywczym (jako dodatek) i rolnictwie (jako nawóz). Ortofosforan żelaza może być także stosowany jako środek skutecznie zwalczający mięczaki – ślimaki i pomrowy. Preparat dostępny w handlu, który rozprowadza się w glebie, ma postać granulek, w których skład wchodzi fosforan żelaza zmieszany z aktraktantami danego ślimaka lub pomrowa.

Substancja czynna: ortofosforan żelaza ($\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Mechanizm działania: ortofosforan żelaza działa na metabolizm wapnia w jelitach pomrowów i ślimaków, które wskutek tego przestają żerować.

Spektrum działania. Zwalcza mięczaki, skuteczny wobec wielu gatunków pomrowów i ślimaków, między innymi *Deroceras reticulatum*, *Deroceras laeve*, *Arion sufuscus*, *Arion circumscriptus*, *Arion hortensis*, *Arion rufus*, *Arion ater*, *Limax flavus*, *Limax tenellus*, *Ariolimax columbianus*, *Helix* spp., *Helicella* spp. *Cepaea* spp.

Sposób działania. Słaba rozpuszczalność w wodzie i zdolność rozprzestrzeniania. Produkt zachowuje swą aktywność w glebie przez około 2 tygodnie, ale po obfitych opadach zaleca się powtórzenie zabiegu. Zabieg należy przeprowadzać o zmierzchu, ponieważ pomrowy i ślimaki żerują nocą. Rozrzucić granulki na całym obwodzie obszaru lub dookoła rośliny; jeżeli gleba jest w trakcie zabiegu sucha, zaleca się jej zmoczenie. W przeciwieństwie do metaldehydu, ponieważ ortofosforan żelaza nie powoduje odwodnienia mięczaków, daje znakomite efekty także w warunkach wysokiej wilgotności.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Nc (nieklasyfikowany).

Okres karencji: nie jest wymagany.

Zakres zastosowania: drzewa owocowe, rośliny jagodowe, karczoch, szparag, fasola, burak, brokuł, brukselka, kapusta, marchew, kalafior, zboża, ogórek, sałata, cebula, groszek, papryka, rzodkiewka, pomidor, uprawy tunelowe, rzepa, rośliny ozdobne, ziemniak, pszenica, okrywy trawiaste.

Toksyczność i selektywność. Bardzo selektywny: pomrowy i ślimaki są najbardziej wrażliwe na działanie fosforanu żelaza spośród innych organizmów. Nie stwierdzono żadnej toksyczności dla ssaków (wartość DL50 doustnie dla szczura > 5 000 mg/kg), ptaków i ryb. Nie stwierdzono toksyczności dla wielu innych organizmów, takich jak dżdżownice czy chrząszcze żyjące w ziemi, jeżeli przestrzegana jest zalecana dawka, sposób i okres stosowania. Nie powoduje reakcji alergicznych u ludzi (pod warunkiem, że nie został połknięty w dużych ilościach); może natomiast powodować podrażnienia oczu. Fosforan żelaza cechuje bardzo słaba rozpuszczalność w wodzie i zdolność przemieszczania się w glebie, co zmniejsza niebezpieczeństwo perkolacji w glebie i zanieczyszczenie wód podskórnych.

Fitotoksyczność. Nie jest fitotoksyczny. Ma pewne właściwości nawozu, ponieważ ulega degradacji pod wpływem mikroorganizmów żyjących w glebie i zamienia się w związki asymilowane przez rośliny.

Współdziałanie z innymi substancjami: nie stwierdzono współdziałania z innymi powszechnie stosowanymi substancjami czynnymi.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: moluskocyd.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma; w Wielkiej Brytanii – 16 produktów, w Niemczech i Francji – 10 produktów, we Włoszech – 1 produkt.

6) Inne substancje używane w sposób tradycyjny w rolnictwie ekologicznym

6.1. Miedź w postaci wodorotlenku

Informacje ogólne. Produkt nierozpuszczalny w rozpuszczalnikach organicznych, barwy zielono-niebieskiej o wysokiej zawartości czystej miedzi (50%). Cechuje go natychmiastowe uwalnianie dużej ilości jonów miedzi. Występuje w postaci stałej, którą uzyskuje się, poddając roztwór siarczanu miedzi działaniu wodorotlenku zasadowego w obecności nadmiaru amoniaku.

Substancja czynna: frakcją aktywną, działającą jako fungicyd, jest jon miedzi (Cu^{++}).

Mechanizm działania. Działa na rośliny skrytopłciowe przez kontakt dolistny jako jon miedzi, dlatego pewna ilość produktu powinna znajdować się w roztworze płynu, którym opryskuje się rośliny. Jony miedzi działają w ten sposób, że wnikają w półprzepuszczalną błonę i ścianę chitynową grzybów, przedostając się przede wszystkim do zarodników. W ten sposób następuje zamiana niektórych kationów znajdujących się w ścianie chitynowej (wodoru, wapnia, magnezu) na jony miedzi oraz skażenie białek strukturalnych i enzymatycznych błony komórkowej. A zatem toksyczne działanie miedzi przejawia się przede wszystkim tym, że zablokowane jest kiełkowanie zarodników, czyli nie jest to bynajmniej działanie zapobiegawcze.

Spektrum działania. Zazwyczaj związki na bazie miedzi stosowane są w zabiegach prewencyjnych przeciwko szerokiej gamie grzybów, przede wszystkim *Albugo*, *Alternaria*, *Bremia*, *Cercospora*, *Cytospora*, *Colletotrichum*, *Coryneum*, *Cycloconium*, *Cylindrosporium*, *Deuterophoma*, *Diplocarpon*, *Gloedes*, *Gibberella*, *Gloeosporium*, *Guignardia*, *Marssonina*, *Nectria*, *Penicillium*, *Peronospora*, *Phoma*, *Phyllostica*, *Phragmidium*, *Phytophthora*, *Phomopsis*, *Plasmopara*, *Puccinia*, *Septoria*, *Sclerotinia*, *Sphaeropsis*, *Taphrina*, *Tilletia*, *Uromyces*, *Venturia*. Wykazuje także znaczne działanie bakteriobójcze.

Sposób działania. Drugorzędne efekty stosowania miedzi na roślinach są następujące: drewnienie tkanek, lepsze gojenie się ran, regulacja siły wzrostu, pogrubienie skórki owoców. W porównaniu z innymi solami miedzi wodorotlenek działa lepiej i szybciej, ponieważ jego cząsteczki są drobniejsze, trwalsze, zdolne do przemieszczania się na roślinach w przypadku silnej wilgotności otoczenia.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xn (szkodliwy), Xi (drażniący).

Okres karencji: 20 dni.

Zakres zastosowania: ziarnkowe (jabłoń, grusza), pestkowe, nieszpuka, winorośl, oliwka, cytrusy, truskawka, warzywa ogrodowe, burak cukrowy, tytoń, oleiste, rośliny ozdobne i leśne.

Toksyczność i selektywność. Miedź jest metalem ciężkim, który akumuluje się w glebie, co może powodować śmiertelność fauny żyjącej w ziemi, ryzyko to zwiększa się w przypadku gleb kwaśnych. Osłabianie aktywności mikroorganizmów prowadzi do znaczącego ograniczenia procesu humifikacji. Duże stężenia miedzi mogą powodować szkody wśród owadów pożytecznych (biedronek, złotooków, błonkówek, roztoczy z rodziny Phytoseiidae. Nie jest toksyczny dla pszczół, natomiast jest toksyczny dla ryb. Mało toksyczny dla ssaków (wartość DL50 doustnie dla szczura wynosi 489 mg/kg).

Fitotoksyczność. Może powodować występowanie zjawiska fitotoksyczności; zasadniczo nie powinno się przeprowadzać zabiegów w okresie kwitnienia. W okresie wegetacji może być fitotoksyczny dla niektórych odmian jabłoni i gruszy. Fitotoksyczność zależy od gatunku i odmiany, ale także od warunków klimatycznych, techniki upraw i okresu przeprowadzania zabiegów.

Współdziałanie z innymi substancjami. Nie zaleca się stosowania w mieszaninie z wielosiarczkami, z preparatami na bazie *Bacillus thuringiensis* oraz na bazie wirusa granulozy owocówki jabłkówekczki. Ponadto niektórych preparatów na bazie wodorotlenku miedzi nie wolno mieszać z olejami mineralnymi. Nie współdziała z preparatami o kwaśnym odczynie.

Trwałość w środowisku. Miedź występująca na powierzchni roślin nie ulega degradacji, ani chemicznej, ani fotolitycznej. Jej pozostałości są zmywane przez opady deszczu. Jony miedzi znajdujące się w glebie reagują z glinami i substancjami organicznymi, tworząc nierozpuszczalne związki. Stąd wniosek, że zawartość miedzi w glebie zależy od jej składu. W porównaniu z innymi solami miedzi wodorotlenek jest bardziej trwały.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd. Maksymalnie można zastosować 6 kg miedzi na hektar w ciągu roku. W przypadku upraw wieloletnich zasada ta podlega odstępstwom. Państwa członkowskie mogą autoryzować przekroczenie rocznego zużycia w danym roku pod warunkiem, że średnie zużycie efektywnie zastosowanej miedzi w ciągu 5 lat składających się z roku bieżącego i 4 lat poprzednich nie przekroczy 6 kg.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce – Funguran-OH 50 WP, we Włoszech dopuszczone są 92 produkty, we Francji – kilkadziesiąt, w Wielkiej Brytanii – Spin Out, w Niemczech – Cuprozin.

6.2. Miedź w postaci tlenochlorku

Informacje ogólne. Odkrycia tlenochlorku miedzi dokonał Chuard w roku 1910 po wieloletnich badaniach nad aktywnością biologiczną różnych produktów na bazie miedzi. Do dnia dzisiejszego wyodrębniono cały szereg związków chlorków miedzi, wśród których najważniejsze to tlenochlorek miedzi i wapnia oraz tlenochlorki tetramiedziowe. Tlenochlorek miedzi występuje w przyrodzie jako minerał (atakamit) barwy między zielenią szmaragdową a zielono-brunatną. Produkty na bazie tlenochlorku tetramiedziowego dostępne w handlu zawierają od 16% do 50% czystej miedzi, natomiast preparaty na bazie tlenochlorku miedzi od 24% do 56%.

Substancja czynna: jon miedzi (Cu^{++}).

Mechanizm działania. Działa na rośliny skrytopłciowe przez kontakt dolistny jako jon miedzi, dlatego pewna ilość produktu powinna znajdować się w roztworze płynu, którym opryskuje się rośliny. Jony miedzi działają w ten sposób, że wnikają w półprzepuszczalną błonę i ścianę chitynową grzybów, przedostając się przede wszystkim do zarodników. W ten sposób następuje zamiana niektórych kationów znajdujących się w ścianie chitynowej (wodoru, wapnia, magnezu) na jony miedzi oraz skażenie białek strukturalnych i enzymatycznych błony komórkowej. A zatem toksyczne działanie miedzi przejawia się przede wszystkim tym, że blokuje kiełkowanie zarodników, czyli nie jest to bynajmniej działanie zapobiegawcze.

Spektrum działania. Zazwyczaj związki na bazie miedzi są stosowane w zabiegach prewencyjnych przeciwko szerokiej gamie grzybów, przede wszystkim *Albugo*, *Alternaria*, *Bremia*, *Cercospora*, *Cytospora*, *Colletotrichum*, *Coryneum*, *Cycloconium*, *Cylindrosporium*, *Deuterophoma*, *Diplocarpon*, *Gloedes*, *Gibberella*,

Gloeosporium, Guignardia, Marssonina, Nectria, Penicillium, Peronospora, Phoma, Phyllostica, Phragmidium, Phytophthora, Phomopsis, Plasmopara, Puccinia, Septoria, Sclerotinia, Sphaeropsis, Taphrina, Tilletia, Uromyces, Venturia. Wykazują także znaczne działanie bakteriobójcze.

Sposób działania. Tlenochlorek miedzi ma działanie kontaktowe, nie działa wgłębnie. Posiada właściwości grzybobójcze w takim samym zakresie jak ciecz bordoska, ale przygotowanie preparatu trwa szybciej i nie jest potrzebne dodawanie wapna. Tlenochlorek miedzi i wapnia działa szybciej w porównaniu z tlenochlorkiem tetramiedziowym, co zapewnia większą skuteczność i trwałość. Spośród wszystkich preparatów na bazie miedzi, tlenochlorki są najbardziej skuteczne w zwalczaniu bakterioz.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xn (szkodliwy), Xi (drażniący).

Okres karencji: 20 dni.

Zakres zastosowania: ziarnkowe, pestkowe, winorośl, cytrusy, drzewa oliwne, burak cukrowy, uprawy ogrodowe; także na polach ryżowych przeciwko glonom i mięczakom.

Toksyczność i selektywność. Jest mało toksyczny dla większości ptaków i ssaków (wartość DL50 doustnie dla szczura wynosi 700-800 mg/kg), natomiast jest toksyczny dla ryb. Jest słabo toksyczny dla owadów, przede wszystkim dla pszczoł i stawonogów pomocniczych. Według Hassana et al. (1991) w laboratorium tlenochlorek okazał się umiarkowanie toksyczny dla owada drapieżcy *Chrysoperla carnea* i toksyczny dla pasożyta owadów *Verticillium lecanii*.

Fitotoksyczność. Zasadniczo odnoszą się do niego te same uwagi co do wodorotlenku miedzi, chociaż produkty zawierające tlenochlorki miedzi są mniej fitotoksyczne w porównaniu z tymi, które zawierają wodorotlenek miedzi. Pewne doświadczenia włoskie wykazały znakomitą selektywność tlenochlorków w porównaniu z wodorotlenkami w zależności od rodzaju uprawy. Tlenochlorki miedzi i wapnia są z kolei mniej fitotoksyczne w porównaniu z tlenochlorkami tetramiedziowymi.

Współdziałanie z innymi substancjami: nie zaleca się stosowania w mieszaninie z wielosiarczkami, preparatami na bazie *Bacillus thuringiensis* oraz wirusa granulozy owocówki jabłkówekczki.

Trwałość w środowisku. Miedź występująca na powierzchni roślin nie ulega degradacji, ani chemicznej, ani fotolitycznej. Jej pozostałości są zmywane

przez opady deszczu. Jony miedzi znajdujące się w glebie reagują z glinami i substancjami organicznymi, tworząc nierozpuszczalne związki. Stąd wniosek, że zawartość miedzi w glebie zależy od jej składu.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd. Maksymalnie można zastosować 6 kg miedzi na hektar w ciągu roku. W przypadku upraw wieloletnich zasada ta podlega odstępstwom, państwa członkowskie mogą autoryzować przekroczenie rocznego zużycia w danym roku, pod warunkiem, że średnie zużycie efektywnie zastosowanego środka w ciągu 5 lat składających się z roku bieżącego i 4 lat poprzednich nie przekroczy 6 kg.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce – Cuproflow 375 SC, Miedzian 50 WG, Miedzian 50 WP, Miedzian Extra 350 S.C.; we Włoszech dopuszczonych jest 238 produktów, we Francji – kilkadziesiąt; w Wielkiej Brytanii – 6 produktów.

6.3. Miedź w postaci siarczanu trójsasadowego

Informacje ogólne. Siarczek miedzi jest bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie i zawiera 25,5% czystej miedzi (preparaty dostępne w handlu mają od 13% do 25% czystej miedzi), odczyn ma raczej kwaśny, jest słabo przyczepny i bardzo fitotoksyczny. W przyrodzie występuje jako minerał kalkanit (niebieskie kryształy trójskośne). Zazwyczaj sól nie jest stosowana, lecz po neutralizacji wodorotlenkiem wapnia (mlekiem wapiennym), w wyniku czego powstaje ciecz bordoska, związek nierozpuszczalny mający postać zawiesiny w wodzie. Proporcje siarczanu miedzi i mleka wapiennego określają kwaśny lub zasadowy odczyn cieczy bordoskiej.

Substancja czynna: jon miedzi (Cu^{++}).

Mechanizm działania. Działa na rośliny skrytoplciowe przez kontakt dolistny jako jon miedzi, dlatego pewna ilość produktu powinna znajdować się w roztworze płynu, którym opryskuje się rośliny. Jony miedzi działają w ten sposób, że wnikają w półprzepuszczalną błonę i ścianę chitynową grzybów, przedostając się przede wszystkim do zarodników. W ten sposób następuje zamiana niektórych kationów znajdujących się w ścianie chitynowej (wodoru, wapnia, magnezu) na jony miedzi oraz skażenie białek strukturalnych i enzymatycznych błony komórkowej. A zatem toksyczne działanie miedzi przejawia się przede wszystkim tym, że blokuje ona kiełkowanie zarodników, czyli nie jest to bynajmniej działanie zapobiegawcze.

Spektrum działania. Zazwyczaj związki na bazie miedzi są stosowane w zabiegach prewencyjnych przeciwko szerokiej gamie grzybów, przede wszystkim *Albugo*, *Alternaria*, *Bremia*, *Cercospora*, *Cytospora*, *Colletotrichum*, *Coryneum*, *Cycloconium*, *Cylindrosporium*, *Deuterophoma*, *Diplocarpon*, *fumagine*, *Gibberella*, *Gloeosporium*, *Guignardia*, *Marssonina*, *Nectria*, *Penicillium*, *Peronospora*, *Phoma*, *Phyllostica*, *Phragmidium*, *Phytophthora*, *Phomopsis*, *Plasmopara*, *Puccinia*, *Septoria*, *Sclerotinia*, *Sphaeropsis*, *Taphrina*, *Tilletia*, *Uromyces*, *Venturia*. Wykazują także znaczne działanie bakteriobójcze.

Sposób stosowania. Działanie grzybobójcze cieczy bordoskiej zależy od proporcji siarczanu miedzi i mleka wapiennego. Jeżeli uzyskany związek ma odczyn kwaśny, działa szybko, ale jest nietrwały, natomiast jeżeli odczyn jest zasadowy, środek jest trwalszy, ale mniej skuteczny. Podobnie jak wszystkie produkty na bazie miedzi, nie ma działania wglębnego (interwencyjnego).

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xn (szkodliwy), Xi (drażniący).

Okres karencji: 20 dni.

Zakres zastosowania: uprawy sadownicze, ogrodnicze, burak cukrowy, tytoń, zboża, oleiste, rośliny ozdobne i leśne.

Toksyczność i selektywność. Miedź jest metalem ciężkim, który akumuluje się w glebie, co może powodować śmiertelność fauny żyjącej w ziemi, ryzyko to zwiększa się w przypadku gleb kwaśnych. Osłabianie aktywności mikroorganizmów prowadzi do znaczącego ograniczenia procesu humifikacji. Duże stężenia miedzi mogą powodować szkody wśród owadów pożytecznych (biedronek, złotooków, błonkówek, roztoczy drapieżnych z rodziny Phytoseiidae. Nie jest toksyczny dla pszczoł, natomiast jest toksyczny dla ryb. Mało toksyczny dla ssaków (DL50 doustnie dla szczura wynosi 1 000 mg/kg).

Fitotoksyczność: fitotoksyczny dla większości gatunków roślin, jeżeli jest stosowany w czystej postaci, bez neutralizacji wodorotlenkiem wapnia.

Współdziałanie z innymi substancjami. Nie zaleca się mieszania cieczy bordoskiej z pyretrynami naturalnymi, rotenonem, *Bacillus thuringiensis*, wirusem granulozy owocówki jabłkówekczki, wielosiarczkami i olejami mineralnymi.

Trwałość w środowisku. Miedź występująca na powierzchni roślin nie ulega degradacji, ani chemicznej, ani fotolitycznej. Jej pozostałości są zmywane przez opady deszczu. Jony miedzi znajdujące się w glebie reagują z glinami i substancjami organicznymi, tworząc nierozpuszczalne związki. Stąd wniosek, że

zawartość miedzi w glebie zależy od jej składu. W porównaniu z innymi solami miedzi wodorotlenek jest bardziej trwały.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd. Maksymalnie można zastosować 6 kg miedzi na hektar w ciągu roku. W przypadku upraw wieloletnich zasada ta podlega odstępstwom, państwa członkowskie mogą autoryzować przekroczenie rocznego zużycia w danym roku, pod warunkiem, że średnie zużycie efektywnie zastosowanej miedzi w ciągu 5 lat składających się z roku bieżącego i 4 lat poprzednich nie przekroczy 6 kg.

Dopuszczone preparaty handlowe: w Polsce – Cuproxat 345 SC; we Włoszech jest zarejestrowanych 137 preparatów; w Wielkiej Brytanii – Cuproxat FL i Wetcol, we Francji – Cuprik B.

6.4. Miedź w postaci tlenku miedziawego

Informacje ogólne. W przyrodzie występuje minerał kupryt w postaci różnych czerwonych ośmiościanów. Monotlenki miedzi są to proszki amorficzne, o wysokiej masie cząsteczkowej, ich barwa zmienia się od żółtej do czerwonej, w zależności od metody przygotowania i rozmiarów cząsteczek. Chemicznie nienasycony, jest stabilny w suchym powietrzu, utlenia się stopniowo pod wpływem wilgoci, przekształcając się w tlenek miedziawy. Jest praktycznie nierozpuszczalny w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych, natomiast rozpuszcza się w roztworach kwaśnych minerałów oraz w roztworach amoniaku i jego soli.

Substancja czynna: jon miedzi (Cu^{++}).

Mechanizm działania. Działa na rośliny skrytopłciowe przez kontakt dolistny jako jon miedzi, dlatego pewna ilość produktu powinna znajdować się w roztworze płynu, którym opryskuje się rośliny. Jony miedzi działają w ten sposób, że wnikają w półprzepuszczalną błonę i ścianę chitynową grzybów, przedostając się przede wszystkim do zarodników. W ten sposób następuje zamiana niektórych kationów znajdujących się w ścianie chitynowej (wodoru, wapnia, magnezu) na jony miedzi oraz skażenie białek strukturalnych i enzymatycznych błony komórkowej. A zatem toksyczne działanie miedzi przejawia się przede wszystkim tym, że blokuje ona kiełkowanie zarodników, czyli nie jest to bynajmniej działanie zapobiegawcze.

Spektrum działania. Zazwyczaj związki na bazie miedzi są stosowane w zabiegach prewencyjnych przeciwko szerokiej gamie grzybów, przede wszystkim *Albugo*,

Alternaria, Bremia, Cercospora, Cytospora, Colletotrichum, Coryneum, Cycloconium, Cylindrosporium, Deuterophoma, Diplocarpon, Gloedes, Gibberella, Gloeosporium, Guignardia, Marssonina, Nectria, Penicillium, Phoma, Phyllostica, Phragmidium, Phytophthora, Phomopsis, Plasmopara, Puccinia, Septoria, Sclerotinia, Sphaeropsis, Taphrina, Tilletia, Uromyces, Venturia. Wykazują także znaczne działanie bakteriobójcze.

Sposób stosowania. Tlenek miedziawy wykazuje dobrą przyczepność do rośliny poddanej zabiegowi, która zmienia się w zależności od rozmiarów tworzących go cząsteczek. Zdolność rozpuszczania jest bardzo silnie ograniczona w czasie z powodu dużej masy cząsteczkowej. Jego działanie fitotoksyczne jest większe w porównaniu z innymi produktami na bazie miedzi. W tej postaci miedź jest dobrze wykorzystywana i dodatkowo ma działanie bakteriobójcze.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xn (szkodliwy).

Okres karencji: 20 dni.

Zakres zastosowania: uprawy sadownicze, warzywnicze, ozdobne, burak cukrowy, tytoń, zboża, oleiste, uprawy ozdobne i leśne; także do zaprawiania pszenicy, jęczmienia i innych zbóż; na polach ryżowych przeciwko glonom i mięczakom.

Toksyczność i selektywność: Miedź jest metalem ciężkim, który akumuluje się w glebie, co może powodować śmiertelność fauny żyjącej w ziemi, ryzyko to zwiększa się w przypadku gleb kwaśnych. Osłabianie aktywności mikroorganizmów prowadzi do znaczącego ograniczenia procesu humifikacji. Duże stężenia miedzi mogą powodować szkody wśród owadów pożytecznych (biedronek, złotooków, błonkówek, roztoczy drapież rodziny Phytoseiidae. Mało toksyczny dla ptaków i pszczół (wartość DL50 doustnie dla szczura wynosi 470 mg/kg).

Fitotoksyczność: może powodować opadanie kwiatów, ordzawienie owoców i obumieranie liści.

Trwałość w otoczeniu. Miedź występująca na powierzchni roślin nie ulega degradacji, ani chemicznej, ani fotolitycznej. Jej pozostałości są zmywane przez opady deszczu. Jony miedzi znajdujące się w glebie reagują z glinami i substancjami organicznymi, tworząc nierozpuszczalne związki. Stąd wniosek, że zawartość miedzi w glebie zależy od jej składu. W porównaniu z innymi solami miedzi wodorotlenek jest bardziej trwały.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd. Można zastosować maksymalnie 6 kg miedzi na hektar w ciągu roku. W przypadku upraw wieloletnich

zasada ta podlega odstępstwom, państwa członkowskie mogą autoryzować przekroczenie rocznego zużycia w danym roku, pod warunkiem, że średnie zużycie efektywnie zastosowanej miedzi w ciągu 5 lat składających się z roku bieżącego i 4 lat poprzednich nie przekroczy 6 kg.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce – Nordox 75 WP; we Włoszech – Cobre Nordox 50, Cobre Nordox Super 75, Cobre Nordox Super 75 WG, Copper Nordox 50, Copred 75 WDG, w innych krajach europejskich jest zarejestrowanych po kilkadziesiąt preparatów.

6.5. Miedź w postaci oktanianu miedzi

Informacje ogólne. Jest to nowy związek miedzi, który w odróżnieniu od innych nie jest często stosowany. Otrzymano go w procesie zmydlenia z wodorochlorku i chlorku miedzi z dodaniem kwasu oktanianowego. W porównaniu z innymi związkami nieorganicznymi miedzi może być używany w niższych koncentracjach, przez co dawki miedzi w postaci metalu mogą być znacznie zredukowane i w konsekwencji jej wpływ na środowisko.

Mechanizm działania: na patogeny działa kontaktowo, tak jak jony miedzi, które głównie penetrują półprzepuszczalne membrany i ściany chitynowe zarodników grzybów. W ten sposób zastępują niektóre kationy ściany chitynowej (wodór, wapń i magnez) i denaturują białka strukturalne i enzymatyczne ściany komórkowej. Toksyczna aktywność miedzi wyraża się zahamowaniem kiełkowania zarodników; a więc jej mechanizm działania nie jest tylko zapobiegawczy. Oktanian miedzi wykazuje też aktywność hamującą rozwój mączniaka.

Spektrum działania. Związki na bazie miedzi są stosowane głównie w walce zapobiegawczej przeciwko szerokiej gamie organizmów grzybowych. Oktanian miedzi działa szczególnie skutecznie w wypadku *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator*, *Sphaerotheca pannosa*, *Phytophthora infestans* i *Phragmidium mucronatum*. Jak inne związki miedzi wykazuje też działanie bakteriobójcze.

Substancja aktywna: jon miedzi (Cu^{++}).

Okres karencji: 20 dni.

Toksyczność i selektywność: TN (toksyczny-szkodliwy dla środowiska), Xi (drażniący), Xi N (drażniący-szkodliwy dla środowiska), XnN (szkodliwy-niebezpieczny dla środowiska), N (niebezpieczny dla środowiska). Miedź jest metalem ciężkim, który gromadząc się w glebie, może przyczynić się do wzrostu

śmiertelności mikrofauny glebowej i to ryzyko jest większe na glebach kwaśnych. Obniżenie działalności mikroorganizmów gleby powoduje znaczne zmniejszenie aktywności procesu humifikacji. Miedź, przy wysokich stężeniach może powodować straty w populacji owadów pożytecznych (biedronkowate, złotooki, błonkówki, roztocza pożyteczne). Nie jest toksyczny dla pszczół i dżdżownic, jest toksyczny dla ryb. Niska toksyczność dla ssaków (ostra DL50 doustna dla szczura > 2 000 mg/kg). Zabiegi mogą powodować fitotoksyczność u niektórych odmian róż i ordzawienie u niektórych odmian jabłoni.

Współdziałanie: nie powinien być stosowany z olejami.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd. Można stosować maksymalnie 6 kg miedzi na hektar w ciągu roku. W przypadku upraw wieloletnich zasada ta podlega odstępstwom, państwa członkowskie mogą autoryzować przekroczenie rocznego zużycia w danym roku, pod warunkiem, że średnie zużycie efektywnie zastosowanej miedzi w ciągu 5 lat składających się z roku bieżącego i 4 lat poprzednich nie przekroczy 6 kg.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma; w Niemczech zarejestrowano tylko 2 preparaty – Cueva i Kupfer Pilzfrei.

6.6. Etylen

Informacje ogólne. Wodorowęglan nienasycony o wysokiej reaktywności, regulator wzrostu roślin. Odkrycia, że etylen bardzo skutecznie działa na wzrost i rozwój roślin, dokonał w roku 1901 Nielubow, który wkrótce potem odkrył także, że same rośliny wytwarzają etylen. Do roku 1953 poznano już większość skutków fizjologicznych działania etylenu i sprawdzono doświadczalnie możliwości jego wykorzystania praktycznego pod nazwą „hormonu wzrostu”. Etylen jest bardzo niebezpiecznym gazem łatwopalnym, ponieważ w zetknięciu z tlenem może eksplodować, jest bezbarwny, stabilny chemicznie w normalnych warunkach, nie toksyczny.

Substancja czynna: etylen. Gaz ten jest znacznie lepiej rozpuszczalny w wodzie w porównaniu z tlenem, jego rozpuszczalność maleje jednak w miarę wzrostu temperatury; jest wytwarzany w procesie cracking termicznego ropy naftowej i gazu naturalnego.

Mechanizm działania. Stymuluje dojrzewanie owoców, przekształcając skrobię w wolne cukry, zmniejszając stężenie kwasów organicznych oraz indukując syntezę

enzymów pektolitycznych, które rozkładają substancje pektynowe ścian komórkowych. Ponadto etylen odpowiedzialny jest za rozkład chlorofilu i syntezę barwnych pigmentów.

Spektrum działania: stymulator dojrzewania owoców.

Sposób działania: regulator rozwoju roślin. Etylen w temperaturach fizjologicznych ma postać gazu, ale w komórkach występuje w postaci roztworu i jako taki dyfunduje w roślinach w przestrzeni międzykomórkowej. Uruchamia proces starzenia się komórek, wywołując efekt kaskadowy, ponieważ starzejące się komórki wytwarzają większe ilości etylenu.

Toksyczność i selektywność. Ponieważ gęstość etylenu jest zbliżona do gęstości powietrza, a dolny limit palności ma względnie niski (3%), w zetknięciu z powietrzem może łatwo tworzyć mieszaninę łatwopalną. Ma działanie znieczulające, które nie powoduje żadnego typu nieodwracalnych zmian, ale w dużych stężeniach (20%) może mieć działanie duszące, spowodowane spadkiem zawartości tlenu w atmosferze (CL 50 w powietrzu dla myszy – 950 000 mg/kg).

Fitotoksyczność. Jeżeli występuje w znaczącym stężeniu w powietrzu, może powodować zmiany w ruchach tropicznych górnej części roślin, zwiększenie opadania liści i ogólne przyspieszenie procesów starzenia się tkanek roślinnych.

Współdziałanie z innymi substancjami. Wysokie stężenie dwutlenku węgla i niska zawartość tlenu powodują zahamowanie procesu stymulowanego przez etylen (dojrzewanie owoców). Nie powoduje korozji, może być stosowany z dowolnym metalem.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym. Może być stosowany wyłącznie do dojrzewania bananów, kiwi i kaki. W niektórych państwach członkowskich, między innymi we Włoszech, nie jest uznawany za środek ochrony roślin i nie podlega przepisom o środkach ochrony roślin.

Dopuszczone preparaty handlowe. Substancja aktywna jest włączona do Załącznika I Dyrektywy 91/414, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009. W Wielkiej Brytanii są zarejestrowane 2 preparaty – Biofresh Safestore, Ethylene.

6.7. Sól potasowa kwasów tłuszczowych (szare mydło)

Informacje ogólne. Substancja pochodzenia roślinnego stosowana do zwalczania miękkich pasożytów roślin. Nazywana jest „miękkim mydłem”, chemicznie jest to

sól potasowa kwasów karboksylowych o długim łańcuchu. Posiada ona przede wszystkim zdolność rozpuszczania substancji organicznych nie biegunowych, takich jak tłuszcze. Z oczywistych powodów była i jest stosowana przede wszystkim jako detergent (zwłaszcza w przeszłości, czyli do lat 30., kiedy wprowadzono detergenty syntetyczne), ale stosowana jest także jako środek ochrony roślin. Uzyskuje się ją przez saponifikację potażem olejów roślinnych otrzymanych z nasion niektórych roślin (jęczmienia, słonecznika, soi itp.). W preparatach dostępnych w handlu dodaje się do niej często alkohole, jako jeden ze składników formuły.

Substancja czynna. Mydło jest przede wszystkim mieszaniną soli potasowej kwasów tłuszczowych różnego rodzaju, między innymi kwasu oleinowego i linolowego. Mydła, w których skład wchodzi sole kwasów tłuszczowych oleju palmowego są nieskuteczne w zwalczaniu fitofagów. Generalnie spośród wszystkich, mydło potasowe jest o wiele skuteczniejsze i nie jest fitotoksyczne.

Mechanizm działania. Działa kontaktowo, rozpuszczając woskową osłonę ochronną owadów, co powoduje jej dewitalizację pod wpływem działania czynników atmosferycznych. Działanie owadobójcze trwa najwyżej 6 godzin. Wykazuje także działanie pośrednie przeciwko grzybom saprofitycznym, ponieważ ułatwia rozpuszczanie słodkiej wydzieliny produkowanej przez owady roślinożerne. Przypuszcza się, że ma także działanie duszące na owady.

Spektrum działania. "Mydła" skutecznie działają przeciwko fitofagom o miękkiej powłoce: mszycom, mączlikowatym, roztoczom, skoczkwatym, wciornastkowatym, zwójkowatym, miodówkom.

Sposób działania. W połączeniu z insektycydami ma działanie zwilżające i zwiększające przyczepność, co pozwala na jednolite rozprowadzenie substancji czynnej w mieszaninie, a zatem preparat lepiej pokrywa roślinę poddaną zabiegowi. Nie pozostawia resztek na opryskiwanych obiektach i nie działa wgłębnie. Działa wyłącznie na miękkie części pasożyta, czyli te, które jeszcze nie stwardniały lub nie uległy silnej chitynizacji.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący).

Okres karencji: 3 dni.

Zakres zastosowania: jabłoni, grusza, brzoskwinia, winorośl, ogórek, melon, pomidor, papryka, bakłażan, bazylia, majeranek, rozmaryn, szalwia, mięta, tymianek, rośliny ozdobne.

Toksyczność i selektywność. Jest szkodliwy dla organizmów wodnych. Toksyczny dla pszczoł, zatem nie należy jej stosować w okresie kwitnienia. W glebie ulega szybkiej degradacji.

Fitotoksyczność. Generalnie, jeżeli przestrzegane są zalecane dawki, sól potasowa kwasów tłuszczowych jest słabo fitotoksyczna (natomiast fitotoksyczne jest mydło sodowe). Zaleca się stosowanie wody o odczynie obojętnym (w przeciwnym razie pH trzeba skorygować substancjami zakwaszającymi). Ewentualne szkody mogą wystąpić w miejscach akumulowania się substancji (na brzegach liści) i delikatnych tkankach (kietkach). Ze względu na różną wrażliwość roślin, przed przystąpieniem do właściwego zabiegu należy zrobić próbę na niektórych roślinach (przede wszystkim dotyczy to roślin ozdobnych).

Współdziałanie z innymi substancjami: produktu nie należy mieszać ze związkami zawierającymi jony metali, z nawozami dolistnymi oraz substancjami maskującymi.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce –Savonil-Super AL; we Włoszech – Ciopper, Flipper, Pilotas; w Wielkiej Brytanii dopuszczono kilkadziesiąt produktów; w Niemczech – 4 produkty (np. Chrysal Bltthouse Stop Pumpspray, Neudosan Neu).

6.8. Ałun potasowy (siarczan glinu – kalinit)

Informacje ogólne. Jest to minerał dwójtomny z grupy ałunów (soli podwójnych złożonych z jednego kationu jednowartościowego i jednego trójwartościowego, zazwyczaj glinu), w którego skład wchodzi siarczan potasu i hydrat glinu. Spośród ałunów, potasowy jest najważniejszy i znany już od starożytności (660 lat p.n.e.). Pozyskiwano go głównie w Mezopotamii niedaleko skał, stąd jego nazwa „ałun skalny”, używana także obecnie. Rozpuszcza się w wodzie, tworząc kwaśny wodny roztwór. Występuje w postaci bezbarwnych kryształków, które po podgrzaniu tracą całą wodę pozostałą z procesu krystalizacji i przekształcają się w białą, porowatą masę. Większość ałunu pochodzi z boksytu lub czystego tlenku glinu poddanego działaniu kwasu siarkowego, a następnie odparowuje się wodę i dodaje potrzebną ilość siarczanu potasu.

Substancja czynna: siarczan potasu i wodzian glinu.

Mechanizm działania: zapobiega zgniliznie przechowywanych bananów.

Rejestracja: nie ma zarejestrowanych preparatów handlowych. W niektórych państwach członkowskich, między innymi we Włoszech, produkt nie jest uznawany za środek ochrony roślin, a zatem nie podlega ustawie o środkach ochrony roślin.

Zakres zastosowania: przechowywane banany.

Toksyczność i selektywność. Jest to substancja, która ulega hydrolizie w wodzie, uwalniając kwas siarkowy. Roztwór wodny jest kwaśny i może powodować lekkie podrażnienie skóry, natomiast proszek alunowy może powodować podrażnienia dróg oddechowych przy wdychaniu. Słabo toksyczny dla ssaków (wartość DL50 doustnie dla szczura wynosi 1 120 mg/kg).

Współdziałanie z innymi substancjami: działa lekko korozyjnie na metalowe części narzędzi stosowanych do zabiegów.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: zapobieganie dojrzewaniu bananów.

6.9. Siarczan wapnia (wielosiarczek wapnia)

Informacje ogólne. Substancja nieorganiczna na bazie siarki, należąca do pierwszej generacji insektycydów. Poza działaniem owadobójczym, przede wszystkim na miseczniki, ma także działanie grzybobójcze, które wywołuje proces uwalniania siarki elementarnej. Po raz pierwszy zaczęto stosować siarkę wapniową pod koniec XIX wieku w Kalifornii przeciwko *Cocciniglia S. Josè*. Obecnie wielosiarczek wapnia produkowany jest na skalę przemysłową metodą reakcji siarczku wapnia z siarką, ale w przeszłości przygotowywano go także bezpośrednio w gospodarstwie, stosując składniki w następujących proporcjach: 10 kg wapna niegaszonego, 20 kg siarki, 100 l wody.

Substancja czynna: różne postaci siarki, głównie pięciosiarczek i tiosiarczyn wapnia, w mniejszym stopniu siarczyny, siarczany, monosiarczki, dwój-, trój- i tetrasiarczki, tiosiarczany itp.

Mechanizm działania. Jako insektycyd działa kontaktowo i dusząco, kaustycznie na powłokę owadów. Działa na układ oddechowy, ponieważ zatyka przetchlinki. Częściowo rozpuszcza niektóre składniki tarczki miseczników. Jako fungicyd, ciecz kalifornijska ma działanie „wygaszające”, pozorując, że zawiera ona trwały wielosiarczek wapnia o takim działaniu; to działanie zastępuje potem działanie ochronne siarki, która stopniowo uwalnia się w postaci bardzo miękkiego osadu.

Spektrum działania: insektycyd, akarycyd, fungicyd. Wykazuje działanie owadobójcze przede wszystkim wobec wszystkich gatunków wełnowcowatych,

działanie roztoczbójcze na zimujące jaja przędziorka owocowca, natomiast działanie grzybobójcze przede wszystkim na parcha jabłoni i gruszy, kędzierzawość liści brzoskwini, moniliozę, mączniaka, grzyby saprofityczne i wszystkie patogenny wrażliwe na siarkę.

Sposób działania. Nie ma działania wglębnego (interwencyjnego), działa jedynie kontaktowo. Aktywność biologiczna wielosiarczku jest w dużym stopniu uwarunkowana temperaturą i wilgotnością względną. Skuteczność preparatów zależy od procentowej zawartości wielosiarczków, które uwalniają się po rozpuszczeniu w wodzie. Preparaty płynne są bardziej skuteczne, ponieważ wielosiarczki rozpuszczają się w wodzie dość długo.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący).

Okres karencji: 30 dni.

Zakres zastosowania: jabłoń, grusza, morela, czereśnia, śliwa, brzoskwinia, morela, drzewa cytrusowe, drzewa oliwne, winorośl, rośliny szklarskie.

Toksyczność i selektywność. Jest lekko toksyczny dla ludzi (drażni drogi oddechowe przy wdychaniu oraz skórę i oczy przy zetknięciu), zwierząt domowych, ryb i bydła, należy go więc stosować ostrożnie. Wielosiarczki są szkodliwe dla roztoczy drapieżców i niektórych motyli pasożytów, owadziarek *Aphytis mytilaspidis* i *Aphytis lignanensis*, natomiast są nieszkodliwe dla chrząszczy (*Cryptolaemus montrouzieri*, *Rodolia cardinalis*, *Stethorus picipes*) i złotooków drapieżnych (*Chrysoperla carnea*). W przyrodzie ulega degradacji na praktycznie nieszkodliwe elementy, takie jak siarka i wapno, dlatego wpływ na środowisko jest ograniczony.

Fitotoksyczność. Wielosiarczek wapnia, dzięki mniejszej agresywności wobec roślin, pozwala na przeprowadzanie zabiegów w przypadkach, gdy nie można stosować miedzi z powodu niebezpieczeństwa fitotoksyczności i ordzawienia. Jest bardziej kaustyczny w porównaniu z wielosiarczkiem baru, należy zatem zachować ostrożność przy stosowaniu na poszczególne gatunki (na przykład brzoskwinie) i uprawy szczególnie wrażliwe, w których może spowodować oparzenia gałązek i opadanie zawiązków. Rozpylanie bardzo drobnymi kroplami zmniejsza ryzyko fitotoksyczności, zwłaszcza w okresach wysokich temperatur lub nagłych przymrozków lub po innych opryskach.

Współdziałanie z innymi substancjami: Zabiegi z użyciem wielosiarczków należy przeprowadzać w odstępie co najmniej 15 dni od zabiegów z użyciem olejów

mineralnych. Wielosiarczek wapnia z powodu swego zasadowego odczynu zazwyczaj nie nadaje się do mieszania z innymi produktami. Powoduje korozję narzędzi używanych do zabiegów (części metalowych i gumowych).

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd, insektycyd, akarycyd.

Dopuszczone produkty handlowe: nie ma go na liście w Aneksie I Dyrektywy 91/414, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) nr 1107/2009, ale wniosek o wpisanie został już przedstawiony; w Polsce nie ma; w Wielkiej Brytanii nie ma; we Włoszech – Calciotiol, Calcium, Policalcio 30, Polisolfuro di Calcio Polisenio, Polisolfuro di Calcio Romagna, Solfocalcico Romagna.

6.10. Olej parafinowy

Informacje ogólne. Zastosowanie olejów do walki z pasożytami sięga końca ubiegłego wieku. Olej parafinowy jest zazwyczaj mieszaniną węglowodorów, głównie nasyconych. Zawartość procentowa węglowodorów parafinowych i naftalenowych może sięgać 90-95% (sam olej parafinowy 60%). Otrzymuje się je metodą rektyfikacji ropy naftowej, a względnie niska zawartość węglowodorów nienasyconych jest dodatkowo zmniejszana metodą rafinacji kwasem siarkowym. Olej parafinowy ulega destylacji w temperaturze 335°C przy 65-89%. Rafinowanie trwa do momentu, gdy pozostałość niepodlegająca sulfonowaniu (UR) osiąga wartość 92% lub wyższą (średnio 95-96%). Ponieważ ma niewiele wiązań podwójnych, jest mniej toksyczny dla roślin. Oleje dobrze rafinowane mają kolor biały, niską lepkość (60-80 sekund), gęstość średnią i przedział destylacji mniejszy w porównaniu z tradycyjnymi olejami mineralnymi.

Substancja czynna: węglowodory parafinowe.

Mechanizm działania. Oleje działają przede wszystkim dusząco: pokrywają ciała owadów bądź roztoczy cienką błoną i wnikają kapilarnie przez ich przetchlinki, powodując ich zatkanie (wskutek czego następuje podrażnienie i śmierć przez zaduszenie). Ponadto działają odstraszająco na liczne fitofagi, powodując zablokowanie żerowania i składania jaj.

Spektrum działania. Oleje działają przede wszystkim na owady małe. Stosowane są przede wszystkim w zwalczaniu miseczników, roztoczy, miodówek, mszyc, pluskwiaków i larw motyli. W pewnym zakresie działają także na jaja roztoczy, natomiast nie są aktywne wobec jaj mszyc.

Sposób działania. Działają wyłącznie kontaktowo. Oleje parafinowe zawierają duże ilości węglowodorów parafinowych, mających większą skuteczność owadobójczą niż oleje naftalenowe oraz mniejszą fitotoksyczność w porównaniu z olejkami eterycznymi.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący), Nc (nie klasyfikowany).

Okres karencji: 15-20 dni.

Zakres zastosowania: ziarnkowe, pestkowe, porzeczka, figa, kaki, orzech, orzech laskowy, winorośl, cytrusy, drzewa oliwne, karczoch, seler, koper włoski, dyniowate, pomidor, papryka, fasola, ziemniak, burak cukrowy, kukurydza, rośliny ozdobne i leśne.

Toksyczność i selektywność. Nieszkodliwy dla ludzi, zwierząt i ekosystemu. Działanie owadobójcze jest krótkotrwałe, co sprawia, że nie jest szkodliwy dla owadów pożytecznych, które mogą zjawić się na roślinach już kilka dni po zabiegu.

Fitotoksyczność. Aby uniknąć zjawiska fitotoksyczności, oleju parafinowego nie należy mieszać z produktami zawierającymi siarkę, a kiedy przeprowadza się opryski preparatami zawierającymi siarkę, należy przestrzegać 15-dniowej przerwy w zabiegach.

Współdziałanie z innymi substancjami: nie współdziała z produktami zawierającymi siarkę.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd, akarycyd.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce – Para Sommer 75 EC, Paroil 95 EC, Promanal 60 EC, Treol 770 EC; we Francji – 30 produktów, w Austrii – 3 produkty; we Włoszech, Wielkiej Brytanii i w Niemczech nie ma zarejestrowanych produktów.

6.11. Oleje mineralne

Informacje ogólne. Są to mieszaniny węglowodorów, zazwyczaj nasyconych, otrzymanych w drodze destylacji i rafinowania ropy naftowej. Mogą zawierać węglowodory parafinowe, naftalenowe i aromatyczne. Ponieważ naftalenowe nie działają owadobójczo, a aromatyczne są fitotoksyczne, powinny zawierać możliwie najwięcej wodorotlenków parafinowych. Otrzymuje się je przez destylację i rafinowanie ropy naftowej. Oleje klasyfikuje się według różnych parametrów, główne z nich to: punkt 50% destylacji, tzn. temperatura, w jakiej destyluje połowa

próbki, oraz przedział 10-90% destylacji, czyli przedział temperatury, w jakiej destyluje od 10% do 90% analizowanej próbki. Parametry te dają odpowiednio informację o składzie chemicznym danego oleju oraz jego jednorodności. Oleje złożone z wodorotlenków o masie cząsteczkowej większej niż 330 mogą być fitotoksyczne, natomiast kiedy masa cząsteczkowa jest niższa od 290, zmniejsza się działanie owadobójcze. Wynika stąd, że masa cząsteczkowa wodorotlenków wchodzących w skład olejów powinna zawierać się w przedziale 290-330. Zwiększenie masy cząsteczkowej gwarantuje lepsze działanie owadobójcze, ale także fitokaustyczne (powodowane przez składniki nienasycone). Z tego powodu oleje z ropy naftowej poddawane są procesowi rafinowania, w czasie którego znaczna część składników nienasyconych, przyczyna fitotoksyczności, zostaje nasycona kwasem siarkowym. Procentową zawartość oleju, który nie reagował z kwasem siarkowym (wodorotlenków nasyconych) określa tzw. UR (pozostałości niepodlegające sulfonowaniu), im większe UR, tym mniejsza fitotoksyczność, ale jednocześnie mniejszy potencjał owadobójczy.

Substancja czynna: wodorotlenki występujące w danym oleju.

Mechanizm działania. Na owady działają przede wszystkim drogą fizyczną, pokrywają ich ciało cienką błoną i wnikają kapilarnie przez przetchlinki, zatykając je. Wtedy następuje śmierć przez zaduszenie. Toksyczne działanie olejów na grzyby jest złożone i niezbyt dobrze sprawdzone doświadczalnie. Przypuszcza się, że na powierzchni rośliny powstaje bariera fizyczna, oddziałująca bezpośrednio i pośrednio na wnikanie patogenów, hamująca kiełkowanie grzybów.

Spektrum działania: mszyce, biedronki, kwieciaki, szkodniki minujące liście, roztocza, grzyby (np. mączniaki).

Sposób działania. Działają wyłącznie kontaktowo. Ich trwałość zależy od składu chemicznego olejów, ale jest nie dłuższa niż kilka dni. Działanie owadobójcze jest o wiele skuteczniejsze, jeżeli mieszanina będzie dokładnie rozpylona na całej powierzchni rośliny. Oleje stosowane są także jako adiuwanty, dzięki czemu środki ochrony są bardziej aktywne i trwałe.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Xi (drażniący), Nc (nieklasyfikowany).

Okres karencji: 20 dni.

Zakres zastosowania: ziarnkowe, pestkowe, jagodowe, figa, kaki, orzech, orzech laskowy, winorośl, cytrusowe, drzewa oliwne, karczoch, seler, koper włoski,

dyniowate, pomidor, papryka, fasola, ziemniak, burak cukrowy, kukurydza, rośliny ozdobne i leśne, uprawy tropikalne.

Toksyczność i selektywność. Toksyczność wobec ssaków jest bardzo niska (wartość DL50 doustnie dla szczura >4 300 mg/kg). Lekko toksyczny dla roztoczy drapieżnych Phyeiidae. Nie występuje problem akumulowania olejów w glebie.

Fitotoksyczność. Zależy od rodzaju oleju (oleje o dużej zawartości węglowodorów naftalenowych są bardziej fitotoksyczne), od uprawy, odmiany, warunków fizjologicznych (stres wodny powoduje większą podatność roślin na fitotoksyczność), od fazy fenologicznej uprawy, od okresu zastosowania. Generalnie nie zaleca się stosowania olejów w najgorętszych godzinach dnia.

Współdziałanie z innymi substancjami. Nie współdziałają z produktami zawierającymi siarkę. Odstęp między zabiegami powinien wynosić co najmniej 15 dni. Przed jakimkolwiek zabiegiem preparatem na bazie oleju mineralnego, należy bardzo dokładnie myć opryskiwacze.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: insektycyd, fungicyd. Tylko drzewa owocowe, winorośl, drzewa oliwne i uprawy tropikalne np. banany.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce nie ma; we Włoszech – 93 produkty; w Niemczech – 11 produktów, we Francji – 1 produkt (Oleofoline).

6.12. Nadmanganian potasu

Informacje ogólne. Nadmanganian potasu jest najpowszechniej występująca solą manganu. Występuje w postaci graniastosłupów koloru ciemnopurpurowo-fioletowego, a otrzymuje się go metodą elektrolitycznego utleniania minerałów manganu. W wodzie rozpuszcza się powoli, ma silne właściwości utleniające. Ze względu na swój potencjał utleniający jest stosowany jako substancja odbarwiająca, dezynfekująca oraz do produkcji wielu substancji organicznych: sacharyn, barwników, leków itp.

Substancja czynna: nadmanganian potasu.

Mechanizm działania. Utleniające działanie na materię organiczną, które zachodzi w otoczeniu wilgotnym, polega na zanikaniu nadmanganianu potasu i powstawaniu dwutlenku manganu, jako produktu reakcji. Ponieważ właściwości grzybobójcze i bakteriobójcze wynikają ze zdolności degradowania materiału organicznego, nie rozwijają się szczepy odporne.

Spektrum działania. Dość szerokie, jako fungicyd i środek bakteriobójczy. Patogeny pochodzenia grzybowego traktowane nadmanganianem potasu to: mączniak winorośli, dyniowatych i drzew owocowych, choroby wywoływane przez grzyby z rodzaju *Cladosporium*, fuzariozy, wertycyliozy, mączniaki rzekome (*Peronospora*), plamistość liści wywołana przez *Phomopsis*. Stosowany jest także w zwalczaniu mchów i porostów.

Sposób stosowania. Działa kontaktowo, natychmiastowo. W przypadku zwalczania mączniaka zaleca się stosowanie zabiegów na przemian z siarką. Trwałość nadmanganianu jest niewielka i już po 48 godzinach należy przeprowadzić zabieg preparatami na bazie siarki.

Zakres zastosowania: uprawy sadownicze, warzywnicze

Toksyczność i selektywność. Jest to produkt o niskiej toksyczności dla fauny lądowej (wartość DL50 doustnie dla szczura wynosi 1 090 mg/kg) i wodnej. Stosowanie go nie powoduje ryzyka pozostałości na roślinach, ponieważ produkt utlenia się do dwutlenku manganu, który jest nierozpuszczalny w wodzie, obojętny i nie jest absorbowany przez rośliny. Nadmanganian potasu jest bardzo kaustyczny w roztworach stężonych, ale o wiele mniej w dawkach stosowanych na polu.

Fitotoksyczność: jest szczególnie fitotoksyczny dla upraw roślinnych, należy też unikać oprysków przed zbiorami, ponieważ po zabiegu na owocach mogą pozostać plamy.

Współdziałanie z innymi substancjami. Roztwór nadmanganianu potasu przygotowuje się bezpośrednio przed użyciem; nie można go mieszać z substancjami organicznymi, takimi jak: nawozy dolistne, środki owadobójcze, rotenon, pyretryny, mikroorganizmy i wirusy. Można go natomiast mieszać z siarką, tlenochlorkiem miedzi i olejem mineralnym. Nie powinno się go także mieszać z substancjami kwaśnymi, ponieważ traci aktywność.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd, insektycyd.

Dopuszczone produkty handlowe: nie jest na liście Załącznika I Dyrektywy 91/414, juchylonej przez rozporządzenie PE I Rady (WE) Nr 1107/2009, ale we Francji zarejestrowano 4 produkty (Bactogal, Eureka Fut, Fumol, Renograp San).

6.13. Piasek kwarcowy

Informacje ogólne. Jest to biały piasek powstały w wyniku rozpadu minerału o nazwie krzemian przestrzenny kwarcu, a zatem w jego skład wchodzi krzem krystaliczny. Określenie „krystaliczny” oznacza, że cząsteczki dwutlenku krzemu (kryształu górskiego) układają się w ściśle określonym kierunku stałym, natomiast zupełnie odwrotna sytuacja jest wtedy, gdy organizacja molekuł jest przypadkowa, taki stan określa się jako „amorficzny”. Piasek kwarcowy figuruje pośród proszków chemicznie obojętnych stosowanych do ochrony żywności magazynowanej w spichrzach już od czasów starożytnych. Jest to rodzaj skały osadowej niespójnej, złożonej z elementów średnich lub drobnych, powstałej z przekształcanie się innych skał, przede wszystkim granitowych oraz łupkowo-krystalicznych. Skład jest zmienny, przeważają minerały trwałe, takie jak kwarc, skaień i mika.

Substancja czynna: nie można wyodrębnić określonej substancji czynnej; przypuszcza się, że na fitofagi działają kryształki kwarcu.

Mechanizm działania. Nie wykazuje typowego działania owadobójczego, raczej działanie fizyczno-mechaniczne zakłócające. Niszczy narząd gębowy owadów i ściera ich kutykulę, przede wszystkim w miejscach błon między segmentami.

Spektrum działania: owady, przede wszystkim świeżo wylęte larwy, czerwce.

Sposób stosowania: wydaje się, że intensywność działania jest związana z wilgotnością proszku, twardością i stopniem rozdrobnienia ziarenek, wilgotnością powietrza oraz temperaturą.

Toksyczność i selektywność. Zazwyczaj proszki mineralne mają negatywne działanie na małe gatunki szarańczaków (na przykład skoczogonki). Długotrwały kontakt człowieka z krzemem krystalicznym, takim jak kwarc, może powodować krzemicę płuc.

Fitotoksyczność: z uwagi na obojętny charakter kwarcu nie występują problemy fitotoksyczności.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: repelent.

Dopuszczone produkty handlowe: jest na liście Załącznika I Dyrektywy 91/414, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009, w Polsce Repentol – 6 PA; we Francji, Wielkiej Brytanii, Włoszech i Niemczech nie ma zarejestrowanych produktów; dwa produkty są zarejestrowane w Austrii – Arial F i Wam Extra Rosarot Wild Abwehrmittel.

6.14. Siarka

Informacje ogólne. Jest to substancja grzybobójcza stosowana już od ubiegłego wieku w sadownictwie i uprawie winorośli, jako środek zwalczający mączniaka, ale siarka działa także na liczne inne grzyby. Jej właściwości lecznicze są znane już od czasów starożytnych (1000 lat p.n.e.). Wielorakie działanie, rola siarki w fizjologii roślin oraz takie cechy, jak niewielki wpływ na środowisko i niski koszt, sprawiają, że siarka jest produktem bardzo ważnym dla rolnictwa ekologicznego. Siarkę stosowaną do zwalczania pasożytów dzieli się na następujące kategorie:

- siarka do opylania – zawierająca siarkę naturalną o niskiej zawartości siarki, siarkę mieloną wentylowaną z cząsteczkami otrzymanymi w wyniku mielenia i przesiewania siarki sublimowanej, siarkę sublimowaną (wykwity siarki) rafinowaną o bardzo rozdrobnionych cząsteczkach, otrzymywaną w wyniku stężenia par z destylacji siarki naturalnej oraz siarkę aktywowaną, mieszaną z sadzą, o znacznie skuteczniejszym działaniu.

- siarka zwilżana, zawierająca siarkę mieloną i wentylowaną z dodatkiem zwilżaczy, siarkę bentonitową, w której skład wchodzi bardzo drobne cząsteczki otrzymane w wyniku absorpcji topionej siarki przez glinę bentonitową, siarkę rozdrobnioną otrzymaną w wyniku mielenia siarki sublimowanej; siarkę koloidalną, złożoną z bardzo drobnych cząsteczek o cechach koloidu.

Istnieją także inne produkty, w których siarka jest mieszana z różnymi substancjami, na przykład ze związkami miedzi lub związkami proteinowymi.

Substancja czynna: siarka.

Mechanizm działania. Znacomity środek przeciw mączniakowi właściwemu, działa w stanie elementarnym jako para, na grzybnię i zarodniki pasożyta. Siarka wnika do komórki grzyba dzięki swej rozpuszczalności w tłuszczach; przebija błonę komórkową i powoduje wypłynięcie wody, co prowadzi do jej utraty i w efekcie do śmierci grzyba. Siarka wykazuje także działanie na poziomie układu oddechowego (cytochrom b), gdzie wchodzi w miejsce tlenu jako akceptor elektronów. Następuje redukcja siarki, powstaje siarkowódór, zapobiegający powstaniu ATP i powodujący znaczną utratę energii na poziomie komórkowym. Potencjał grzybobójczy zmienia się w zależności od temperatury, stopnia rozdrobnienia cząsteczek i wilgotności względnej. Temperatura otoczenia musi być wystarczająco wysoka, aby mógł powstać sublimat cząsteczek stałych. Działanie grzybobójcze wzrasta stopniowo aż do temperatury 40 °C, a rozpoczyna się od temperatury

około 10-20 °C, w przypadku siarki w postaci drobnego proszku, i 18-20 °C, w przypadku siarki o grubszych cząsteczkach. Działanie to zmniejsza się natomiast w miarę zwiększania się wilgotności względnej otoczenia.

Spektrum działania. Siarka jest szczególnie skuteczna w zwalczaniu mączniaka drzew owocowych, winorośli, upraw ogrodowych. Wykazuje także umiarkowane działanie na roztocza (przędziorki).

Sposób działania. Nie ma działania węgłnego i jest mało trwała. Działa drugorzędnie na roztocza. Skuteczność lecznicza siarki jest wprost proporcjonalna do stopnia rozdrobnienia cząsteczek oraz temperatury otoczenia, natomiast spada w warunkach wzrostu wilgotności względnej. Siarka do oprysków, złożona z drobniejszych cząsteczek, jest skuteczniejsza od preparatów do opylania, które ponadto należy stosować w większych dawkach. Zabiegi opylania zapewniają lepsze wnikanie do wnętrza masy zielonej.

Klasyfikacja toksykologiczna UE: Nc (nieklasyfikowany).

Okres karencji: 5 dni.

Zakres zastosowania: ziarnkowe, pestkowe, truskawka, orzech laskowy, winorośl, oliwka, warzywa, ziemniak, burak cukrowy, zboża, słonecznik, soja, tytoń, rośliny ozdobne, leśne, sadzonki topoli, uprawy pod osłonami.

Toksyczność i selektywność. Toksyczność wobec ssaków bardzo niska. Słabo toksyczny wobec ryb i pszczół. Nieznaczne ryzyko dla dzikiej flory i fauny. Toksyczna dla niektórych owadów pożytecznych, takich jak błonkówki pasożytnicze z rodzaju *Trichogramma* i umiarkowanie toksyczna dla roztoczy z rodziny Phytoseiidae – *Amblyseius potentillae* i *A. andersoni*, oraz dla niektórych drapieżców, takich jak tasznikowate i dziubałkowate. Etykieta umieszczana na preparatach handlowych powinna zawierać oświadczenie o braku selenu, który jest metalem pokrewnym siarce, ale dość toksycznym dla ludzi i zwierząt. Przy zabiegach gruntowych siarka elementarna podlega procesom utleniania o charakterze mikrobiologicznym, wywołanym przez bakterie z rodzaju *Thiobacillus*.

Fitotoksyczność. Należy wziąć pod uwagę, że w wysokich temperaturach siarka we wszystkich postaciach staje się fitotoksyczna. Zatem zaleca się przeprowadzanie zabiegów w najchłodniejszej porze dnia, szczególnie w lecie. Zazwyczaj siarka o drobniejszych cząsteczkach (siarka koloidalna) jest bardziej szkodliwa w porównaniu z preparatami do opylania. Na działanie siarki są wrażliwe niektóre

jabłonie ('Golden Delicious', 'Jonatan', 'Rome Beauty', 'Stayman'), grusza 'Bonkreta Williama', brzoskwinie i prawie wszystkie odmiany moreli.

Współdziałanie z innymi substancjami: siarka nie współdziała z olejami mineralnymi oraz środkami owadobójczymi o odczynie zasadowym.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd, akarycyd, repelent.

Dopuszczone produkty handlowe: w Polsce – Tiotar 800 SC, Siarkol Extra 80 WP; we Włoszech jest dopuszczonych 215 produktów; we Francji – 24 produkty; w Wielkiej Brytanii – 17 produktów, w Niemczech – 9 produktów i w Austrii – 5 produktów.

7) Inne substancje

7.1. Wodorotlenek wapnia

Informacje ogólne: Wapno gaszone uzyskuje się metodą przemysłową w trakcie dwóch odrębnych procesów – wypalania i gaszenia. W pierwszym procesie używa się pieców, które ogrzewają węglan wapnia do 900°C w celu uzyskania tlenku wapnia z uwolnieniem wody i dwutlenku węgla. Następnie podczas skrapiania wodą tlenek wapnia zostaje uwodniony i otrzymuje się dwutlenek wapnia. Wodorotlenek wapnia jest substancją, która szybko absorbuje dwutlenek węgla z powietrza i powstaje wtedy węglan wapnia. W praktyce rolniczej jest używany do przygotowywania mieszanin siarkowo-wapiennych (ciecz bordoska), jako korektor pH – w przypadku terenów kwaśnych, jako fungicyd, akarycyd i insektycyd przeciwko formom zimującym owadów, roztoczy i grzybów. Jest używany na przykład w postaci mleka wapiennego do dezynfekcji sprzętu i zabudowań rolniczych. Można go uznać za środek alternatywny dla miedzi w przypadku ochrony przed rakiem drzew owocowych.

Substancja czynna: nazwa zwyczajowa wodorotlenek wapnia, wodnian wapnia (wapno uwodnione, wapno gaszone).

Mechanizm działania: wysoki odczyn wodorotlenku wapnia redukuje zarodnikowanie i kiełkowanie zarodników grzybów.

Spektrum działania: *Nectria galligena*.

Klasa toksyczności: Xi (drażniący).

Karencja: nie jest wymagana.

Zakres zastosowania: drzewa owocowe, szkółki, kiwi, kaki, grusza nashi.

Toksyczność i selektywność: produkt jest selektywny w stosunku do *Nectria galligena*. Nieszkodliwy dla zwierząt i ryb. DL doustna dla szczura 7,340 mg/kg.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd. Tylko do stosowania w sadach i szkółkach owocowych na drzewach owocowych przeciwko *Nectria galligena*.

Dopuszczone produkty handlowe: nie jest zamieszczony w Aneksie I Dyrektywy 91/414, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009, i żaden produkt nie jest zarejestrowany w Polsce, we Włoszech, we Francji, w Niemczech i w Austrii. W Holandii są w sprzedaży różne produkty bez wymogu ich rejestracji (autoryzacja w obrębie RUB – Regulation Exemption Pesticides).

7.2. Wodorowęglan potasu

Informacje ogólne. Występuje w postaci białego bezwonnego proszku. Jest rozpuszczalny w wodzie i nierozpuszczalny w alkoholu. Jest otrzymywany z wodorotlenku potasu i rozgrzanego dwutlenku węgla. Powstaje wtedy węglan potasu, który po dodaniu dwutlenku węgla w roztworze wodnym daje wodorowęglan potasu. Jest naturalnie obecny w glebie i w tkance roślinnej w postaci jonów wodorowęglanowych i jonów potasu. Wodorowęglan potasu jest dopuszczony w UE i w Codex Alimentarius jako dodatek spożywczy (E501). Często stosuje się go jako środek neutralizujący glebę w przypadku gleb kwaśnych. Jego właściwości grzybobójcze są znane od wielu lat. W stężeniach większych niż 0,5% wykazuje właściwości toksyczne w stosunku do roślin. Jego skuteczność jest porównywalna do zabiegów z użyciem preparatów siarkowych, ale w odróżnieniu od tych ostatnich może być używany aż do zbioru z korzyścią dla producentów ekologicznych.

Substancja czynna: wodorowęglan potasu; nazwa chemiczna – węglan jednopotasowy, kwaśny węglan potasu.

Mechanizm działania: jest to fungicyd kontaktowy, który głównie hamuje rozwój grzybni. Mechanizm działania tego związku polega na zmianie ciśnienia osmotycznego, pH i specyficznym działaniu jonów węglanowych i wodorowęglanowych. Zabiegi zapobiegawcze muszą być wykonane w momencie pojawienia się pierwszych objawów choroby. Konieczne jest dobre pokrycie powierzchni roślin.

Spektrum działania. Skutecznie zwalcza choroby, które rozwijają się na powierzchni liści, głównie mączniaka. Jest stosowany w zwalczaniu mączniaka drzew ziarnkowych, truskawki, porzeczki i agrestu, dyni, pomidora, warzyw, zbóż, róż i dębu. Ponadto jest skuteczny w zwalczaniu parcha drzew ziarnkowych (*Venturia inaequalis*) oraz szarej pleśni (*Botrytis cinerea*) na truskawkach i winorośli oraz warzywach, brunatnej zgnilizny drzew pestkowych (*Monilia laxa*), septoriozy (*Septoria* spp.) i helmintosporiozy zbóż.

Karencja: nie jest wymagana.

Toksyczność i selektywność. Jego toksyczność jest znikoma w stosunku do kręgowców (ostra DL50 doustna dla szczura 3 358 mg/kg). Nie stanowi zagrożenia dla zdrowia ludzi i nie jest niebezpieczny dla środowiska. Na traktowanych roślinach mogą wystąpić tymczasowe negatywne skutki, takie jak przypalenie liści.

Współdziałanie z innymi substancjami: zaleca się stosowanie z naturalnymi adiuwantami w celu lepszego pokrycia liści.

Zastosowanie w rolnictwie ekologicznym: fungicyd.

Dopuszczone produkty handlowe: jest na liście w Aneksie I Dyrektywy 91/414 od 01/09/09, uchylonej przez rozporządzenie PE i Rady (WE) Nr 1107/2009 ; w Polsce, Włoszech, Francji, Niemczech, Austrii i Wielkiej Brytanii żaden produkt nie jest zarejestrowany.

Wybrane źródła bibliograficzne

Benhamou N., Belanger R.R., Rey P., Tirilly Y. 2001. Oligandrin, the elicitor-like protein produced by the mycoparasite *Pythium oligandrum*, induces systemic resistance to *Fusarium crown and root rot* in tomato plants. *Plant Physiol. Biochem.* 39 (7-8): 681-696.

Bloksma J., Jansonius P. and Zanen M. 2003. Annual report 2002 LBI organic fruit growing research. Louis Bolk Instituut Publications n. LF73, Fruit growing, Louis Bolk Instituut.

Buss E.A. and Park-Brown S.G. 2009. Natural products for insects pest management. *Univ. Florida Bulletin ENY 350.*

CeDAS 1997. *Annuario dei mezzi tecnici per l'agricoltura biologica.* A.R.S.I.A. Firenze.

- Cook R.J., Baker K.F. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota USA.
- Dow AgroSciences, 2001. Spinosad Technical Bulletin.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2001/18/WE z dnia 12 marca 2001 r. w sprawie zamierzonego uwalniania do środowiska organizmów zmodyfikowanych genetycznie i uchylająca dyrektywę Rady 90/220/EWG.
- Dyrektywa Komisji 2008/113/WE z dnia 8 grudnia 2008 r. zmieniająca dyrektywę Rady 91/414/EWG w celu włączenia do niej niektórych mikroorganizmów jako substancji czynnych
- Guét G. 1997. Agricoltura biologica mediterranea. Edagricole. Bologna.
- <http://www.epa.gov>
- <http://www.fibl.org>
- <http://www.omri.org>
- <http://www.organicinputs.org>
- La Torre A., Alegi S., Imbroglini G. 2002. Mezzi di difesa in agricoltura biologica. L'Informatore agrario (supplemento al n. 16).
- Mohamed N., Lherminier J., Farmer M.-J., Fromentin J., Béno N., Houot V., Milat M.-L. and Blein J.-P. 2007. Defense Responses in Grapevine Leaves Against Botrytis cinerea Induced by Application of a *Pythium oligandrum* Strain or Its Elicitor, Oligandrin, to Roots. Phytopathology 97(5): 611-620.
- Środki ochrony roślin w rolnictwie ekologicznym stosowane we Włoszech. Project PHARE PL01/AG/04 "Organic Farming", 2004.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 853/2004 z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczegółowe przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego
- Rozporządzenie Rady (WE) Nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji i znakowania produktów ekologicznych z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności
- Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 889/2008 z dnia 5 września 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej znakowania i kontroli.

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczące wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylające Dyrektywę Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG.
- The BioPesticide Manual, I Ed. 1997. Editors Tomlin-The British Crop Protection Council U.K.
- The Manual of Biocontrol Agents, 2004. Third Edition, ed. L G Copping-BCPC.
- The Merck Index, 1996, XII ed. Editor S. Budavari Merck & Co., Inc. Whitehouse Station, N.J., U.S.A.
- The Pesticide Manual XI Ed., 1997. Editors C.D.S. Tomlin – The British Crop Protection Council – U.K.
- Thompson G.D.; Dutton R.; Sparks T.C. 2000. "Spinosad a Case Study: An Example from a Natural Products Discovery Programme". Pest. Manag. Sci. 56.
- Weinzierl R., Henn T., Koehler P.G. and Tucker C.L. 2005. Microbial insecticides. Univ. Florida Bulletin ENY 275.
- Wojtkowiak-Gębarowska E. 2006. Mechanizmy zwalczania fitopatogenów glebowych przez grzyby z rodzaju *Trichoderma*. Post. Mikrobiol. 45(4): 261-273.

SPIS TREŚCI

Wstęp.....	3
1) Substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego.....	5
1.1. Azadirachtyna (<i>Azadirachta indica</i> – miodla indyjska).....	5
1.2. Wosk pszczele.....	7
1.3. Żelatyna.....	8
1.4. Hydrolizaty białkowe.....	8
1.5. Lecytyna.....	9
1.6. Oleje roślinne (np. olejek miętowy, sosnowy, kminkowy).....	11
1.7. Pyretrum <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> (złocień dalmatyński)....	12
1.8. Kwasyna <i>Quassia amara</i> (kwasja syn. gorzki właściwej).....	14
1.9. Rotenon (<i>Derris</i> spp., <i>Lonchocarpus</i> spp. i <i>Tephrosia</i> spp.).....	15
2) Mikroorganizmy wykorzystywane do biologicznego zwalczania szkodników i chorób (wirusy, bakterie i grzyby).....	17
Wirusy.....	17
2.1. Granulowirus <i>Cydia pomonella</i> (CpGV).....	17
2.2. Granulowirus AoGV.....	19
Bakterie.....	21
2.3. <i>Bacillus thuringiensis</i>	21
2.4. <i>Streptomyces griseoviridis</i>	23
2.5. <i>Bacillus subtilis</i>	25
2.6. <i>Pseudomonas chlororaphis</i>	25
Grzyby.....	27
2.7. <i>Beauveria bassiana</i>	27
2.8. <i>Ampelomyces quisqualis</i>	29
2.9. <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai KRL-AG2 i T-39.....	30
2.10. <i>Trichoderma asperellum</i> (ex <i>T. harzianum</i>) ICC012.....	32
2.11. <i>Trichoderma asperellum</i> (ex <i>T. viride</i>) TV1.....	33
2.12. <i>Trichoderma gamsii</i> (ex <i>T. viride</i>) ICC080.....	34
2.13. <i>Trichoderma polysporum</i> szczep IMI 206039.....	35
2.14. <i>Coniothyrium minitans</i>	37
2.15. <i>Paecilomyces lilacinus</i>	38
2.16. <i>Pythium oligandrum</i>	39
2.17. <i>Lecanicillium muscarium</i> (ex <i>Verticillium lecanii</i>).....	41
2.18. <i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i> (szczep BIPESCO 5/F52).....	42

3) Substancje produkowane przez mikroorganizmy.....	43
3.1. Spinosad.....	43
4) Substancje używane w pułapkach i dozownikach.....	45
4.1. Fosforan dwuamonowy.....	45
4.2. Feromony.....	46
4.3. Pyretroidy (wyłącznie deltametryna lub lambda-cyhalotryna).....	48
4.3.1. Deltametryna.....	48
4.3.2. Lambda-cyhalotryna.....	49
5) Substancje przeznaczone do spryskiwania powierzchni między roślinami uprawnymi.....	50
5.1. Ortofosforan żelaza (III).....	50
6) Inne substancje używane w sposób tradycyjny w rolnictwie ekologicznym.....	52
6.1. Miedź w postaci wodorotlenku.....	52
6.2. Miedź w postaci tlenochlorku.....	54
6.3. Miedź w postaci siarczanu trójzasadowego.....	56
6.4. Miedź w postaci tlenku miedziawego.....	58
6.5. Miedź w postaci oktanianu miedzi.....	60
6.6. Etylen.....	61
6.7. Sól potasowa kwasów tłuszczowych (szare mydło).....	62
6.8. Ałun potasowy (siarczan glinu – kalinit).....	64
6.9. Siarczan wapnia (wielosiarczek wapnia).....	65
6.10. Olej parafinowy.....	67
6.11. Oleje mineralne.....	68
6.12. Nadmanganian potasu.....	70
6.13. Piasek kwarcowy.....	72
6.14. Siarka.....	73
7) Inne substancje.....	75
7.1. Wodorotlenek wapnia.....	75
7.2. Wodorowęglan potasu.....	76
Wybrane źródła bibliograficzne.....	77