



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.
Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020 – Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Materiał opracowany przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy.
Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej
„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020.

Kompendium Lekarz Roślin - Dr Pest



Dr Pest



BIAŁYSTOK 2022

Koordinator projektu:

prof. dr hab. Bożena Łozowicka

Materiał przygotowany w ramach projektu

KSOW/6/2022/062

“Lekarz Roślin - Dr Pest.

Nowoczesna ochrona roślin - badania i praktyka”

Streszczenie

„Kompendium Lekarz Roślin - Dr Pest” to **komplementarne podejście do zagadnienia ochrony roślin**, przedstawiające szeroko pojęte formy ochrony roślin w oparciu o najnowocześniejsze osiągnięcia naukowej współczesnej agronomii.

Przewodnik w formie **pigułki edukacyjno-informacyjnej** to unikatowy i przystępny dla czytelnika nośnik informacji o zagrożeniach zdrowia roślin oraz powszechnie stosowanych środkach ochrony roślin i zasadach ich właściwego stosowania, sposobów minimalizacji ryzyk, zagrożeń bezpieczeństwa żywności i owadów zapyłających substancjami chemicznymi, który umożliwi prowadzenie profilaktyki w myśl powiedzenia „lepiej zapobiegać niż leczyć”.

Dzięki przyjaznej, dostępnej dla każdego formie i uporządkowanej wiedzy w zakresie szeroko rozumianej ochrony roślin, stanowi wsparcie szkoleń zawodowych w sektorze rolnictwa. **To pierwsze tego typu kompleksowe opracowanie dotyczące ochrony roślin zapewniające łatwy i szeroki dostęp do informacji dla młodych przyszłych rolników już na etapie ich edukacji.**

Kompendium wyposażone w kolorowe zdjęcia i schematy przybliży trudne zagadnienia, wskazuje szereg ważnych stron internetowych do czerpania profesjonalnych informacji.

Spis treści

ABC środków ochrony roślin	5
Nowoczesna ochrona roślin – ochrona przed chorobami.....	14
Nowoczesna ochrona roślin – ochrona przed szkodnikami.....	18
Nowoczesna ochrona roślin – ochrona przed chwastami.....	22
Bezpieczeństwo żywności – kontrola urzędowa płodówrolnych.....	25
Bezpieczeństwo, zagrożenia i zatrucia pszczół	34

ABC środków ochrony roślin

Środki ochrony roślin (ś.o.r.), powszechnie nazywane pestycydami (pestycydy - to szersze pojęcie obejmujące także grupę biocydów), to substancje syntetyczne lub naturalne, stosowane w celu ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi (agrofagami). Tak jak ludzie używają lekarstw w przypadku choroby, tak ś.o.r. są lekami dla roślin (nazywane często fitofarmaceutykami). Ś.o.r. są stosowane w rolnictwie i ogrodnictwie profesjonalnym oraz amatorskim oraz w ochronie lasów.

Ś.o.r. składają się z jednej **substancji czynnej**, lub kilku, o właściwościach bójczych oraz nośnika/nośników, który jest nieaktywną bójczą substancją, ale zwiększa efektywność działania substancji czynnej i zapobiega jej rozkładowi przez światło. Dodatkowo mogą być aplikowane z adiuwantami.

Rośliny, które nie są chronione za pomocą ś.o.r. są bardziej podatne na choroby i uszkodzenia przez szkodniki, konkurencję ze strony chwastów, przez co ich plon może być mniejszy, a zwłaszcza w przypadku rozwoju chorób może okazać się niezdrowy dla ludzi i zwierząt (np. obecność mykotoksyn). Zastosowanie ś.o.r. względem organizmów niepożądanych jest szerokie, jednak najczęściej obejmuje środki do zwalczania szkodników zwierzęcych (zoocydy, do których należą **insektycydy**, **rodentycydy**, **moluskocydy** i **akarycydy**), chorób grzybowych (**fungicydy**) i chwastów (**herbicydy**) (Rys. 1).



Podział środków ochrony roślin



Rys. 1. Podział środków ochrony roślin ze względu na zwalczane organizmy (agrofagi).

Co to są insektycydy?

Insektycydy to środki pomagające walczyć z **owadami**. Dzielą się na substancje pochodzenia naturalnego i syntetycznego. Za ich pomocą można usunąć m.in. **mszyce**, **chrząszcze** czy **gąsienice motyli**. Powszechnie stosowane są do upraw rolniczych i sadowniczych oraz lasów.



W zależności od rodzaju, insektycydy działają bezpośrednio lub pośrednio. Mogą wnikać do ciała owada drogą pokarmową, oddechową i poprzez okrywy ciała. Mogą być używane zapobiegawczo lub interwencyjnie.

Wyróżniamy insektycydy: 1) fosforanoorganiczne – TEPP, diazinon, paration, malation, 2) karbaminianowe – karbaryl, pirimor, 3) chloroorganiczne – DDT, aldryna, dieldryna, lindan, 4) neonikotynoidowe – imidaklopryd, tiametoksam, klotianidyna, 5) pyretroidowe – pyretryna, 6) inne – tlenek wapnia, kwas borowy, nikotyna, cyklon B, cyklon A.

Co to są fungicydy?

Fungicydy to środki ochrony roślin, które usuwają zagrożenia powodowane przez **choroby grzybowe**. Służą do **ochrony zbóż, warzyw, upraw sadowniczych i lasów**, mogą być stosowane profilaktycznie lub interwencyjnie.



Działanie fungicydów opiera się m.in. na blokowaniu procesów oddychania, czyli uwalnianiu energii w komórkach grzybów. Fungicydy mogą również działać wewnętrznie, wywołując zaburzenia rozwoju u patogenów i hamując proces chorobowy.

Co to są herbicydy?

Herbicydy to związki chemiczne, które służą do zwalczania **chwastów**. Chwasty mają niekorzystny wpływ na uprawy, utrudniają zbiory, ograniczają dostęp składników odżywczych, sprzyjają rozwojowi szkodników i chorób. Najczęściej wykorzystywane są **herbicydy selektywne i nieselektywne**.



Co to jest herbicyd selektywny?

Herbicydy selektywne zwalczają określone gatunki chwastów. **Nie są toksyczne** dla innych roślin i owadów. Stosuje się je do zwalczania chwastów **jednoliściennych** oraz **dwuliściennych**.

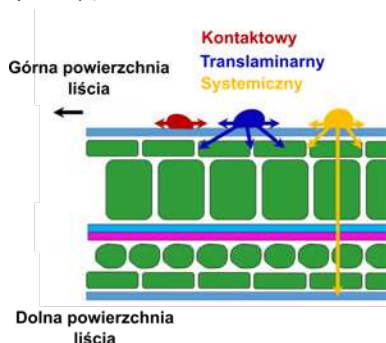
Co to jest herbicyd nieselektywny?

Herbicydy nieselektywne totalnie niszczą wszystkie rośliny, zarówno ich nadziemne, jak i podziemne części, które występują na opryskiwanym obszarze. Środki totalne są używane przede wszystkim do oczyszczania lub przygotowania terenu pod uprawę.

Podział środków ochrony roślin według sposobu ich aplikacji

Środki ochrony roślin mogą być stosowane doglebowo, ale wiele z nich jest stosowanych bezpośrednio na roślinę. Wykazują one działanie:

- kontaktowe (powierzchniowe) – służą do pokrycia rośliny, ale nie są przez nią wchłaniane
- systemiczne (układowe) – są wchłaniane przez roślinę i rozprowadzane w głąb tkanek
- translaminarne (miejscowe) – wnikają przez powierzchnię liści i przedostają się jedynie do kilku warstw komórek



Historia stosowania ś.o.r.

Pierwsze użycie związków o właściwościach pestycydowych miało miejsce ponad **2000 lat temu**, gdy stosowano wyciąg z kwiatów złocienia dalmatyńskiego, zawierającego owadobójczą **pyretrynę**. Wiele związków nieorganicznych o właściwościach fungicydowych i insektycydowych było stosowanych od czasów starożytnych.

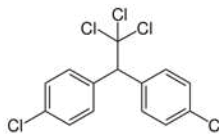
Mieszanka Bordeaux (Rys. 2), oparta na siarczanie miedzi i wapnie, nadal stosowana jest przeciwko chorobom grzybowym. Do lat 40-tych XX wieku substancje nieorganiczne, takie jak **chloran sodu** i **kwas siarkowy**, lub związki organiczne pochodzące z naturalnych źródeł były szeroko stosowane w zwalczaniu szkodników.



Rys. 2. Mieszanka Bordeaux.

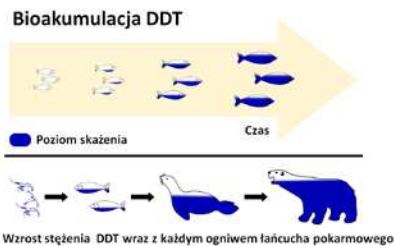
Część ś.o.r. była produktem ubocznym procesów przemysłowych. Tak więc wczesne związki organiczne, takie jak **nitrofenole**, **chlorofenole**, **kreozot**, **naftalen** i **oleje naftowe**, były używane do zwalczania patogenów grzybowych i owadów, podczas gdy **siarczan amonu** i **arsenian sodu** były stosowane jako herbicydy.

Wadą wielu z tych produktów była konieczność ich stosowania w dużych ilościach, brak selektywności i uszkodzenie roślin uprawnych. Wzrost syntetycznych ś.o.r. przyspieszył w latach czterdziestych XX wieku wraz z odkryciem związków **chloroorganicznych** (np. DDT) (Rys. 3).



Rys. 3. Wzór chemiczny DDT.

Ponadto, DDT ulega akumulacji w organizmach żywych wraz z każdym ogniwem łańcucha pokarmowego (Rys. 4).



Rys. 4. Bioakumulacja DDT.

CIEKAWOSTKA

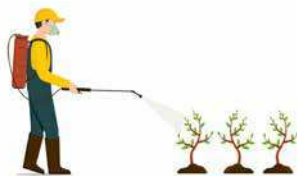
DDT jest substancją długo zalegającą w glebie i wodzie. Średni czas jego połowicznego rozpadu w glebie wynosi 17 lat. Pomimo tego, że został wycofany w Europie w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku, wciąż jest wykrywany w próbkach środowiskowych, glebie i organizmach dzikich zwierząt.

Duża liczba ś.o.r. została wprowadzona na rynek w latach 1970-1980, a w latach dziewięćdziesiątych XX wieku wprowadzano nowe, bardziej selektywne i bezpieczniejsze dla środowiska związki. Wówczas ilość zużywanych ś.o.r. zmniejszyła się z kilogramów na hektar do gramów na hektar.

Obecnie ze względu na zwiększoną świadomość potrzeby ochrony środowiska, nawet kilkanaście najbardziej szkodliwych i najdłużej zalegających w glebie substancji czynnych ś.o.r. jest wycofywanych każdego roku ze sprzedaży (przeglądem substancji czynnych zajmuje się Komisja Europejska i to ona decyduje o dostępności na rynku). Ponadto, coraz większe znaczenie w ochronie roślin zaczyna odgrywać zastosowanie substancji pochodzenia roślinnego, a także ochrona biologiczna z wykorzystaniem mikroorganizmów, wirusów i nicieni.

Przeczytaj, zanim wykonasz zabieg!

Stosowanie ś.o.r. musi odbywać się zgodnie z ich przeznaczeniem. Przed użyciem środka **konieczn**ie należy zapoznać się z **etykietą** stosowania danego produktu.



Preparat musi być dobrany do zwalczania występującego szkodnika choroby lub chwastu, należy go zastosować w określonej fazie rozwoju szkodnika, choroby i rośliny. Termin zabiegu musi być tak dobrany, aby nie szkodził roślinie, a był zabójczy dla agrofaga (patogen, bakteria, wirus, fitoplazma, szkodnik, chwast). Bardzo ważna jest odpowiednia dawka środka oraz określone w etykiecie warunki pogodowe.

Co to jest etykieta ś.o.r.?

Etykieta jest oficjalnym dokumentem, w którym zawarte są ważne komunikaty na temat bezpiecznego stosowania ś.o.r. Etykieta zawiera m.in. pełną nazwę substancji czynnej i jej zawartość, nazwę producenta, informacje na temat dopuszczenia środka do stosowania, zalecenia dotyczące bezpiecznego stosowania oraz szczegółową instrukcję użycia, określającą rodzaj uprawy i szkodniki, choroby lub chwasty zwalczane przez dany ś.o.r. (Rys. 5).

Aktualne etykiety ś.o.r. dostępne na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/etykiety-srodkow-ochrony-roslin>

Co to są adiuwanty?

Adiuwanty to środki pomocnicze stosowane w ś.o.r., które poprawiają ich właściwości użytkowe. Rośliny, grzyby i niektóre szkodniki posiadają woskową powierzchnię (kutikulę), co utrudnia przeniknięcie substancji czynnych do miejsca ich docelowego działania. W celu ułatwienia pokonania



woskowej bariery dodawane są właśnie adiuwanty, do których zaliczane są m.in. środki powierzchniowo czynne, środki buforujące, oleje roślinne, czy też substancje przeciwpienne.

Formy użytkowe środków ochrony roślin

O formie użytkowej ś.o.r. informuje skrót (kod) podany po nazwie danego preparatu:

- GR – granule do bezpośredniego stosowania
- WG – granule do sporządzania zawiesiny wodnej
- WP – proszek do sporządzenia zawiesiny wodnej
- SP – proszek rozpuszczalny w wodzie
- DS – proszek do suchego zaprawiania nasion
- EC – koncentrat do sporządzenia emulsji wodnej
- SC – koncentrat w postaci stężonej zawiesiny do rozpuszczania w wodzie
- SL – koncentrat rozpuszczalny w wodzie

Co to jest okres karencji?

Okres karencji to czas, jaki musi upłynąć od momentu zastosowania środka ochrony roślin do zbiorów rośliny, owoców lub kwiatów. Zachowanie okresu karencji zapewnia bezpieczeństwo i pozwala uniknąć zatrucia ludzi i zwierząt. Dokładny okres karencji podany jest zawsze na **etykiecie** danego środka, wynosi zazwyczaj **od kilku do kilkunastu dni**.

Co to jest okres prewencji?

Okres prewencji to kolejny ważny parametr, który określa czas, który musi upłynąć, aby zwierzęta i ludzie mogli przebywać w miejscu użycia środka. Zachowanie okresu prewencji jest szczególnie ważne dla pszczół. Wynosi zazwyczaj **od kilku godzin do kilku dni**.

Czas karencji i prewencji mogą się różnić pomiędzy uprawami różnych roślin pomimo zastosowania tego samego środka.

CIEKAWOSTKA

Na przykład okres karencji środka Cyperkill Max 500 EC w uprawie cebuli i kapusty wynosi 7 dni, zaś rzepaku ozimego 49 dni. Natomiast okres prewencji środka Cyperkill Max 500 EC to czas do całkowitego wyschnięcia cieczy użytkowej z powierzchni roślin.

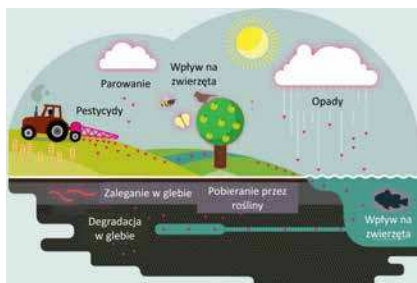
Regulacje prawne unijne i krajowe dotyczące środków ochrony roślin

Każdy środek ochrony roślin zanim trafi na rynek jest **szczegółowo badany** pod kątem skuteczności działania oraz wpływu na osoby wykonujące zabieg, a także prowadzone są wieloletnie badania dotyczące ich potencjalnego wpływu na zdrowie człowieka i środowisko (**Rys. 6**). Środki ochrony roślin są jedną z najbardziej monitorowanych i uregulowanych prawnie grup związków chemicznych.

Do obrotu dopuszczane są tylko te środki, które są bezpieczne dla środowiska przy prawidłowym stosowaniu. Analizy te są prowadzone na poziomie unijnym, a następnie w Polsce.

Aktualny rejestr ś.o.r. dostępny na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/rejestr-rodkow-ochrony-roslin>



Rys. 6. Obieg pestycydów w środowisku.

UWAGA!

Można stosować tylko ś.o.r. zarejestrowane do **konkretnej uprawy** w dawce **zgodnej z etykietą** środka ochrony roślin. Ze względu na aktualizację analiz toksykologicznych ś.o.r. oraz zmiany w prawie Unii Europejskiej co roku wycofywane są kolejne ś.o.r., dlatego trzeba upewnić się, że produkt posiada właściwą **datę ważności i nie został już wycofany**.

Zasady bezpieczeństwa przy stosowaniu ś.o.r.

- stosowanie **rękawic, odzieży ochronnej i masek**, zabezpieczających przed osadzeniem się środków ochrony roślin bezpośrednio na skórze i ich wdychaniem;
- używanie sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin, który w przypadku użytkowników profesjonalnych jest **kalibrowany** i poddawany okresowym **badaniom sprawności**;
- zabiegi przy użyciu sprzętu naziemnego przeprowadza się co najmniej **20 m od pasiek, poinformowanie o zabiegu pszczelarzy**;

- zabiegi przy użyciu opryskiwaczy ciągnikowych przeprowadza się co najmniej **3 m** od krawędzi jezdni dróg publicznych, zbiorników i cieków wodnych oraz nieużytków rolnych;
- zabiegi przy użyciu sprzętu agrolotniczego co najmniej **100 m** od pasiek, krawędzi jezdni dróg publicznych, zbiorników i cieków wodnych oraz nieużytków rolnych, przy wilgotności powietrza co najmniej **60%**, a obszar to co najmniej **3 hektary**;
- środki ochrony roślin na terenie otwartym stosuje się jeżeli prędkość wiatru nie przekracza **4 m/s**;
- zabiegi środkami ochrony roślin należy przeprowadzać w godzinach porannych lub wieczorem, **przed lub po oblocie owadów zapylających**;
- po zakończeniu pracy ze środkami ochrony roślin należy **umyć ręce** oraz **przepłukać usta i twarz wodą**;
- miejsce magazynowania ś.o.r. powinno być zamykane na klucz, dobrze wentylowane i mieć nieprzepuszczalną posadzkę;
- środki ochrony roślin należy przechowywać tylko w **oryginalnych opakowaniach**, z dala od żywności;
- opakowania po środkach ochrony roślin należy **wyplukać trzykrotnie**, zużywając powstałą ciecz do oprysku i **oddać do punktu zwrotu**.

Środki ochrony roślin w rolnictwie ekologicznym

Obecnie, wzrasta zapotrzebowanie na żywność ekologiczną. Rośnie także powierzchnia użytków rolnych, na których rośliny uprawiane są w systemie ekologicznym, czyli bez użycia syntetycznych ś.o.r. i nawozów sztucznych.



Wg danych Głównego Urzędu Statystycznego areał użytków rolnych w systemie ekologicznym wynosił w 2005 roku 166 300 hektarów, w 2018 roku 484 676 hektarów, a w 2020 roku 509 291 hektarów. Ponadto, przyjęta przez Komisję Europejską strategia „Europejski Zielony Ład” zakłada zajęcie do 2030 r pod uprawy ekologiczne 25% użytków rolnych.

Jednak badania wskazują, że rośliny uprawiane bez użycia syntetycznych środków ochrony roślin mogą zawierać **mykotoksyny**, czyli związki wydzielane przez grzyby, które mają działanie rakotwórcze. Na przykład

w kukurydzy mogą występować **trichoteceny**, a w jabłkach **patulina**. Dlatego należy pamiętać, że nawet w uprawach ekologicznych dopuszczone jest stosowanie niektórych ś.o.r. Są to najczęściej proste **związki nieorganiczne** oraz **bakterie, grzyby, wirusy, nicienie**, zwalczające choroby i szkodniki, a także **substancje pochodzenia roślinnego**.

Aktualny wykaz ś.o.r. w rolnictwie ekologicznym dostępny jest na stronie Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego:

<https://www.ior.poznan.pl/1631,srodki-ochrony-roslin-do-upraw-ekologicznych>

Nowoczesna ochrona roślin – ochrona przed chorobami

Środki ochrony roślin stanowią podstawową formę ochrony roślin przed chorobami. Do często stosowanych substancji czynnych w ś.o.r. przeciwko chorobom należą: **tebukonazol, azoksystrobina, difenokonazol, cyprodinil, fludioksonil, protiokonazol, boskalid**. Ze względu na ograniczanie użycia ś.o.r., powstają nowe sposoby ochrony roślin, które są mniej toksyczne dla środowiska. Choroby roślin można podzielić na choroby **bakteryjne, grzybowe** i **wirusowe**. Jednak największe znaczenie w uprawie roślin mają choroby grzybowe (**Tabela 1**).

Tabela 1. Główne choroby występujące w wybranych gatunkach roślin.

Rodzaj roślin	Choroby bakteryjne	Choroby grzybowe	Choroby wirusowe
Truskawka	bakteryjna kanciasta plamistość liści truskawki	szara pleśń, mączniak prawdziwy, czerwona zgnilizna, wertycylioza truskawki	cętkowana plamistość liści, żółtobrzeżność liści, marszczyca liści
Jabłoń	rak bakteryjny, zaraza ogniowa	parch, mączniak prawdziwy, drobna plamistość liści, gorzka zgnilizna, zgorzel kory	plamistość jabłek, chlorotyczna plamistość liści, mozaika jabłoni
Pszenica	bakteryjne czernienie plew pszenicy, bakteryjna mozaika, bakterioza kłosów	mączniak prawdziwy, rdza brunatna i żółta, septorioza liści i plew, fuzarioza kłosów, tamlivość podstawy źdźbła	kartowatość pszenicy, smugowata mozaika pszenicy, żółta kartowatość jęczmienia na pszenicy

Ziemniak	mokra zgnilizna bulw, bakterioza pierścieniowa, śluzak, czarna nóżka ziemniaka	zaraza ziemniaczana, alternarioza, antraknoza, rizoktonioza, sucha zgnilizna bulw	smugowatość ziemniaka, kędzierzawość ziemniaka, liściozwoj ziemniaka
Kukurydza	bakteryjna plamistość liści, bakteryjne gnicie todygi	drobna plamistość, głownia, fuzarioza kolb, rdza, zgorzel todygi i siewek	żółta kartowatość jęczmienia na kukurydzy, mozaika kukurydzy

Co to są olejki eteryczne?

Olejki eteryczne to zapachowe substancje produkowane przez tkanki wydzielnicze wybranych roślin. Dotychczasowe badania potwierdziły, że olejki eteryczne z **tymianku, sosny, mięty, cytryny, cynamonu i eukaliptusa** są skuteczne w zwalczaniu sprawców **chorób grzybowych**: szarej pleśni, fuzariozy, antraknozy i aspergilozy roślin.



Natomiast olejki eteryczne z **wrotyczu, lebiodki i tymianku** są skuteczne w zwalczaniu **bakteriozy pierścieniowej, zarazy ogniowej i raka bakteryjnego**. Skuteczność olejków eterycznych jest większa w uprawach małoobszarowych i przydomowych ogródkach.

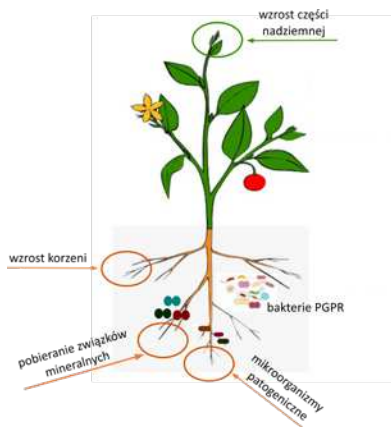
CIEKAWOSTKA

Pomarańczowy olejek eteryczny w formie preparatu handlowego LIMOCIDE jest zarejestrowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Co to są bakterie PGPR?

Bakterie PGPR (ang. plant growth-promoting rhizobacteria) to mikroorganizmy niepatogeniczne dla roślin, promujące ich wzrost. Głównym zadaniem bakterii PGPR jest **poprawa wzrostu i plonowania** poprzez dostarczenie roślinom składników mineralnych i syntezę hormonów roślinnych.

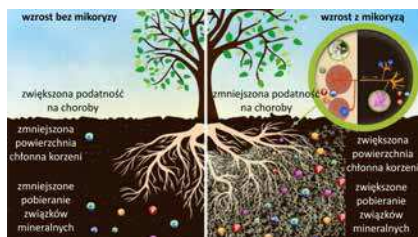
Zazwyczaj są używane jako dodatek lub alternatywa do nawożenia mineralnego. Jednak kolonizacja strefy korzeniowej roślin przez bakterie PGPR sprawia, że bakterie i grzyby patogeniczne mają zmniejszoną możliwość rozwoju, co skutkuje **zmniejszonym ryzykiem rozwoju chorób** i w konsekwencji **lepszym wzrostem i kondycją roślin** (Rys. 7). Mieszanki bakterii PGPR są dostępne w sprzedaży i składają się najczęściej z bakterii z rodzaju *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*.



Rys. 7. Działanie bakterii PGPR na roślinę.

Co to są szczepionki mikoryzowe?

Szczepionki mikoryzowe to mieszanki różnych gatunków grzybów niepatogenicznych dla roślin, które wchodzi w symbiozę z roślinami uprawnymi. Dzięki temu **poprawiają ich kondycję, wzrost, plonowanie, powierzchnię chłonną korzeni oraz zwiększają odporność na choroby**, m.in. fuzariozę, fitoftorozę.



Szczepionki mikoryzowe najczęściej stosuje się do drzew owocowych, iglaków, krzewów owocowych i warzyw. Tworzą je grzyby z rodzaju *Acaulospora*, *Ambispora*, *Diversispora*, *Entrophospora*, *Glomus*, *Intraspora*, *Otospora*, *Pacispora*, *Paraglomus*, *Racocetra*, *Scutellospora* (Rys. 8).

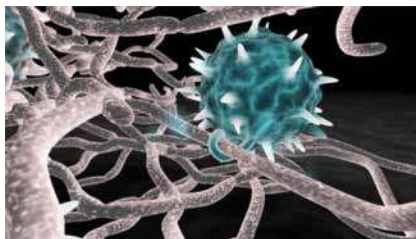


Rys. 8. Grzyb z rodzaju *Glomus* pod mikroskopem.

Co to są fungicydy na bazie mikroorganizmów?

Kolejnym sposobem ochrony roślin przed chorobami grzybowymi jest zastosowanie mikroorganizmów, zwalczających grzyby patogeniczne dla roślin (tzw. **nadpasożytów**) jako fungicydów. Dotychczasowe badania wykazały, że bakterie z rodzaju *Pseudomonas* mogą ograniczać rizoktoniozę ziemniaka, grzyby *Pythium oligandrum* i *Gliocladium catenulatum* zwalczają szarą pleśń, zgniliznę owoców, mączniaka prawdziwego, białą i czerwoną plamistość liści, fytoftorozę, zgorzel podstawy łodygi, fuzariozę oraz zgniliznę twardej truskawki pomidora, papryki, ogórka i sałaty (Rys. 9, 10).

Natomiast drożdże *Saccharomyces cerevisiae* ograniczają szarą pleśń truskawki, pomidora, papryki, porzeczki, maliny, jeżyny i aronii (Rys. 11). Obecnie jest zarejestrowanych przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi 12 preparatów na bazie mikroorganizmów do stosowania w rolnictwie ekologicznym (dane na dzień 10.04.2022), które można znaleźć na stronie: <https://www.i.o.r.poznan.pl/1631,srodki-ochrony-roslin-do-upraw-ekologicznych>.



Rys. 9. Kielkujący zarodek grzyba *Pythium oligandrum* pasożytujący na grzybie *Fusarium culmorum*.



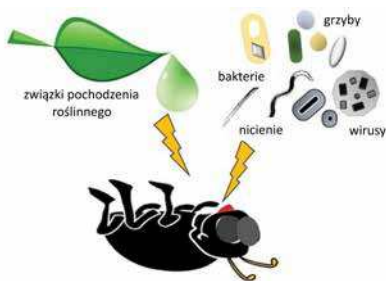
Rys. 10. Zaraza ziemniaczana powodowana przez *Phytophthora infestans*.



Rys. 11. Szara pleśń powodowana przez grzyb *Botrytis cinerea* na truskawce.

Nowoczesna ochrona roślin – ochrona przed szkodnikami

Głównymi szkodnikami w uprawie roślin są **owady**. Często stosowaną formą ochrony roślin przed tymi szkodnikami są **zabiegi insektycydowe**. Najczęściej stosowane substancje czynne o właściwościach insektycydowych to **acetamipryd, cypermetryna, alfa-cypermetryna, deltametryna, flonikamid, lambda-cyhalotryna i cyjanotraniliprol**.



Jednak oprócz insektycydów istnieją formy ochrony roślin przed szkodnikami, wykorzystujące **związki naturalne, mikroorganizmy, wirusy** lub **nicień**.

Co to są związki biochemiczne?

Związki biochemiczne to substancje pozyskiwane z mikroorganizmów lub roślin. Ich przykładem jest **spinosad**, substancja czynna, będąca produktem fermentacji promieniowca *Saccharopolyspora spinosa*.



Rys. 12. *Gąsienice bielinka kapustnika*.

Spinosad wnika w głąb tkanek roślinnych i zakłóca funkcjonowanie układu nerwowego owadów pasożytujących na roślinach. Jest skuteczny w zwalczaniu **gąsienic motyli, owocówki jabłkowieczki, chrząszczy, szarańczaków, pchełek, szkodników zbóż i szkodników magazynowych** (Rys. 12).

Innym przykładem związków biochemicznych jest **azadirachtyna**. Jest substancją pochodzącą z **miodli indyjskiej** i wnika w głąb roślin, działając na szkodniki żołądkowo, czyli poprzez zjedzenie fragmentu rośliny pokrytej tą substancją (Rys. 13).

Oddziałuje na szkodniki hamując wzrost larw, rozmnażanie i ograniczanie aktywności **ekdyzonu** – hormonu odpowiadającego za linienie. Azadirachtyna jest skuteczna w zwalczaniu **mączlika**, **gąsienic motyli**, **skośnika pomidorowego**, **przędziorków** i larw **stonki ziemniaczanej**.



Rys. 13. Miodla indyjska.

Przykładem związków biochemicznych o działaniu insektycydowym są także **pyretryny**. Jest to grupa substancji wytwarzana przez koszyczki kwiatowe **złocienia dalmatyńskiego** (Rys. 14). Pyretryny na owady działają odstraszająco i kontaktowo. Zaburzają funkcjonowanie układu nerwowego i powodują paraliż ciała. Są skuteczne w zwalczaniu **mączlików**, **mszyc** i **chrząszczy**. **Olejki eteryczne**



Rys. 14. Złocień dalmatyński.

są grupą związków biochemicznych, z których część oprócz działania fungicydowego może zwalczać szkodniki roślin. W przypadku szkodników, działanie olejków eterycznych jest przede wszystkim odstraszające ze względu na intensywny zapach.

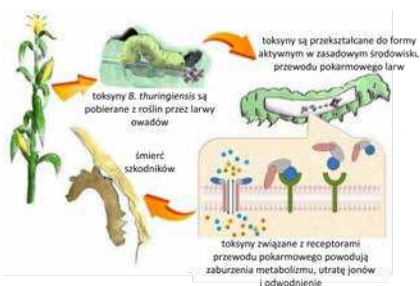
Na przykład olejki eteryczne **goździkowy**, **eukaliptusowy**, z **trawy cytrynowej**, **tymianku**, **oregano** i **bazylii** wykazują właściwości odstraszające względem **chrząszczy**, **mszyc**, **stonki kukurydzianej** i **ziemniaczanej**, a także **przędziorków**.



Co to są insektycydy mikrobiologiczne?

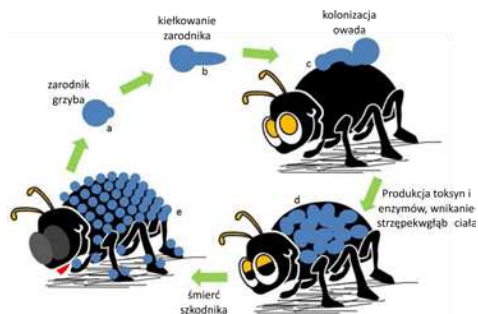
Insektycydy mikrobiologiczne to preparaty zawierające mikroorganizmy lub ich formy przetrwalnikowe, które zwalczają owady. Działanie insektycydowe posiadają tylko wybrane mikroorganizmy. Na szczególną uwagę zasługują bakterie *Bacillus thuringiensis*.

Bakterie te wytwarzają krystaliczne toksyny, które są szczególnie skuteczne w zwalczaniu **larw motyli i chrząszczy**. Działają żołądkowo, rozpuszczając się w zasadowym środowisku układu pokarmowego larw owadów. Powodują **powstanie kanałów jonowych w przewodzie pokarmowym, zaburzenia metabolizmu, utratę jonów i odwodnienie** (Rys. 15).



Rys. 15. Schemat działania toksyn bakterii *Bacillus thuringiensis* na larwy owadów.

Kolejnym przykładem mikroorganizmów, mających działanie insektycydowe są grzyby z rodzaju ***Beauveria*, *Trichoderma* i *Metarhizium***. Zarodniki tych grzybów kolonizują owady i kiełkując wytwarzają toksyny i enzymy, degradujące pancerzyk owadów, a strzępki grzybów wnikają w głąb ciała (Rys. 16, 17). W zależności od gatunku są skuteczne przeciwko **mączlikom, wciornastkom, mszycom, drutowcom, stonce kukurydzianej i ziemniaczanej**, a także **omacnicy prosowiance**.



Rys. 16. Cykl rozwojowy grzybów zwalczających owady.

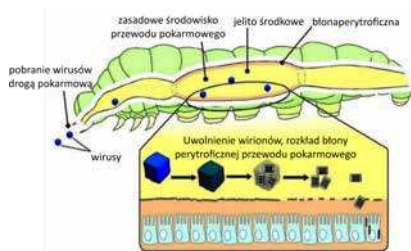
Rys. 17. *Beauveria bassiana* rozwijająca się na stonce ziemniaczanej.

Co to są insektycydy wirusowe?

Insektycydy wirusowe to preparaty zawierające wirusy powodujące stany chorobowe owadów, które prowadzą do śmierci. Skuteczność w zwalczaniu szkodników mają także niektóre wirusy, głównie z rodziny **bakulowirusów**

(Rys. 18). Są one bezpieczne dla ludzi, zwierząt i roślin, natomiast największą skuteczność osiągają w zwalczaniu **gąsienic motyli i błonkoskrzydłych**.

Poszczególne gatunki bakulowirusów atakują owady należące do jednej rodziny, które nabywają wirusy drogą pokarmową.



Rys. 18. Schemat działania bakulowirusów na larwy owadów.

Insektycydy na bazie nicieni

Niektóre gatunki nicieni (niciansie **entomopatogeniczne**) także mają zdolność atakowania owadów pasożytujących na roślinach. Niciansie te należą głównie do rodzaju ***Heterorhabditis*** i ***Steinernema*** (Rys. 19).

Nie mają aparatu gryzącego i nie są w stanie fizycznie uszkadzać roślin. Posiadają bardzo wysoką skuteczność w zwalczaniu szkodników glebowych, nawet do 99%. Na skuteczność działania nicieni wpływ ma wysoka wilgotność podłoża i odpowiednia temperatura (15-33°C). Niciansie są skuteczne w zwalczaniu larw **ćmy bukszpanowej, guniaka czerwczyka, opuchlaków, chrabąszcza majowego, turkucia podjadka i ziemioerek**.



Rys. 19. Niciansie *Steinernema* rozwijające się w larwie barciaka większego.

Nowoczesna ochrona roślin – ochrona przed chwastami

W ochronie roślin uprawnych przed chwastami najskuteczniejsze jest stosowanie **herbicydów**. Herbicydy dzielą się na zwalczające chwasty **jednoliścienne**, **dwuliścienne** oraz obie te grupy. Często występujące substancje czynne w herbicydach to **glifosat**, **sulfosulfuron**, **nikosulfuron**, **MCPA**, **pendimetalina**, **chizalofop**, **prosulfokarb** i **2,4-D**.

Co to są bioherbicydy?

Bioherbicydy to między innymi środki zawierające **grzyby** i **bakterie** patogeniczne względem roślin, np. *Pseudomonas fluorescens* w zwalczaniu **stokłosa dachowej** i **włośnicy zielonej**, czy *Xanthomonas campestris*, zwalczający wiechlinę roczną (Rys. 20, 21). Jednak powstanie takiego preparatu jest wyzwaniem związanym z wyizolowaniem specyficznego szczepu mikroorganizmu, który nie będzie powodować późniejszych chorób roślin uprawnych.



Rys. 20. *Stokłosa dachowa*.



Rys. 21. *Chwastnica jednostronna*.

Co to są alleloherbicydy?

Alleloherbicydy to związki **wyzolowane z mikroorganizmów** lub **roślin**, które zwalczają chwasty. Przykładem substancji powstałych na bazie tych związków może być **cinmetylina** zwalczająca chwasty jednoliścienne, **bialafos** i **glufosynat** zwalczające wybrane chwasty jedno i dwuliścienne oraz **mezotrion** i **sulkotrion** zwalczające chwastnicę jednostronną.

Roboty autonomiczne w walce z chwastami

Jednym z najnowszych osiągnięć w zwalczaniu chwastów jest wykorzystanie **robotów autonomicznych**. Wyposażone są one w komputer oraz kamery wysokiej rozdzielczości, które **rozpoznają daną roślinę jako chwast**. Dzięki wbudowanym czujnikom wiązka lasera kierowana jest bezpośrednio na chwasty, prowadząc do ich **wypalenia**. Według zapewnień producentów, takie roboty są w stanie odchwaścić nawet **20 hektarów pola**.

Pojawiają się także możliwości **wypalania chwastów** płomieniem z propanu (Rys. 22) lub poprzez promieniowanie podczerwone powstające w wyniku nagrzania płomieniem elementów grzejnych, a także wypalania promieniem lasera (Rys. 23).

Istnieją nawet przystawki do ciągników z butlą na gaz, dzięki czemu możliwe jest usuwanie chwastów z pól uprawnych tą metodą. Innym sposobem jest stosowanie **sprężonego powietrza** do usuwania niewielkich siewek chwastów.

Kolejnym rozwiązaniem jest zastosowanie robota zwalczającego chwasty za pomocą **prądu**. Takie urządzenie składa się z generatora prądu, który kieruje prąd o wysokiej częstotliwości i napięciu do belki aplikacyjnej, składającej się z elektrod. Następnie prąd kierowany jest od łodygi aż po korzenie i odzyskiwany jest przez drugą belkę, która kieruje go z powrotem do generatora, dzięki czemu straty energii są niewielkie. Efektem działania tej techniki jest **wysychanie chwastów** (Rys. 24, 25).



Rys. 22. Wypalanie chwastów płomieniem gazowym.



Rys. 23. Roboty autonomiczne usuwające chwasty za pomocą lasera.



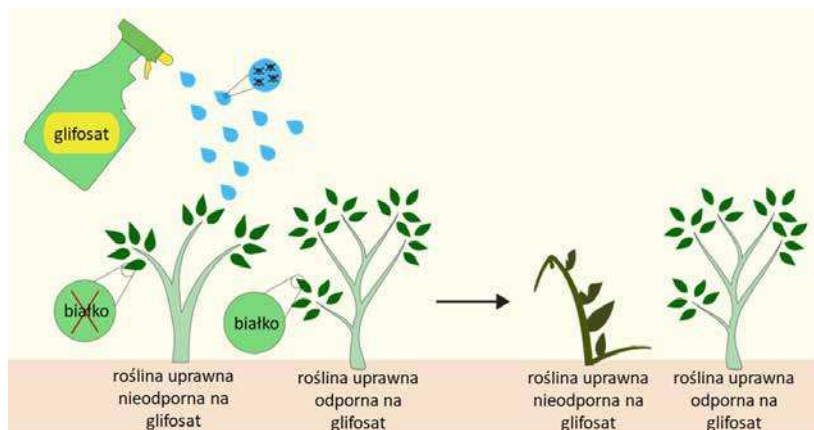
Rys. 24. Robot autonomiczny usuwający chwasty za pomocą prądu.



Rys. 25. Zwalczanie chwastu za pomocą prądu.

Odmiany roślin modyfikowanych genetycznie

Innym podejściem niż stosowanie herbicydów jest opracowywanie odmian roślin modyfikowanych genetycznie, które są odporne na herbicydy (GMO). Dzięki temu zastosowanie herbicydu powoduje zniszczenie chwastów i nie przyczynia się do uszkodzenia roślin uprawnych. Obecnie występują odmiany genetycznie modyfikowanej kukurydzy, rzepaku i soi, odpornych na działanie herbicydu **glifosat** (Rys. 26).



Rys. 26. Działanie glifosatu na roślinę.

CIEKAWOSTKA

W Polsce i większości krajów Unii Europejskiej uprawa odmian GMO jest zabroniona.

Bezpieczeństwo żywności – kontrola urzędowa płodów rolnych

Co to jest bezpieczeństwo żywności?

Bezpieczeństwo żywności według definicji Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), odnosi się do zapewnienia, że żywność nie spowoduje szkody dla konsumenta, gdy jest **przygotowywana i/lub spożywana zgodnie z przeznaczeniem**.



Bezpieczeństwo żywności to zachowanie odpowiednich **wartości odżywczych** produktów i **bezpieczny dla zdrowia** poziom zagrożeń biologicznych, chemicznych i fizycznych obecnych w żywności lub ich brak. Zagrożenia mogą pojawić się na każdym etapie łańcucha żywnościowego tj. etapie uprawy, zbiorów czy przetwarzania, przechowywania, transportu i konsumpcji.



Zanieczyszczenia chemiczne, takie jak **pozostałości środków ochrony roślin** muszą być poniżej dopuszczalnych limitów określanych jako **Najwyższe Dopuszczalne Poziomy Pozostałości NDP (mg/kg)**.

Na bezpieczeństwo żywności wpływa wiele czynników, takich jak warunki środowiskowe: **stan i jakość gleb, wód i powietrza, czy sposób uprawy, przetwarzania, przechowywania, pakowania, transportu i sprzedawania**, czyli wszystkie działania podejmowane przez rolnika, producenta, przetwórcę i konsumenta.

CIEKAWOSTKA

7 czerwca obchodzony jest Międzynarodowy Dzień Bezpieczeństwa Żywności.



Jakie jednostki czuwają nad bezpieczeństwem żywności?

Szereg jednostek światowych, europejskich i krajowych uczestniczy w systemie bezpieczeństwa żywności pilnując tego, co trafia na nasze stoły (Tabela 2).

Tabela 2. Wykaz wybranych jednostek światowych, europejskich i krajowych uczestniczących w systemie bezpieczeństwa żywności.

Jednostki światowe	
Komisja Kodeksu Żywnościowego (Codex Alimentarius)	
Komitety Ekspertów FAO/WHO	
Jednostki europejskie	
Komisja Europejska	
Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA)	
Jednostki krajowe	
Państwowa Inspekcja Sanitarna (PIS)	
Państwowa Inspekcja Handlowa (PIH)	
Państwowa Inspekcja Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych (GIHARS)	
Państwowa Inspekcja Weterynaryjna (PIW)	
Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN)	

Co to jest strategia „od pola do stołu”?

Unijny system żywnościowy daje każdemu obywatelowi w Europie prawo do dostępu do wiedzy, w jaki sposób żywność, którą spożywa jest produkowana, przetwarzana, pakowana, etykietowana i sprzedawana oraz zapewnia wszystkim Europejczykom świeżą i bezpieczną żywność, która działa w myśl przewodniej zasady „od pola do stołu” obejmującej wszystkie ogniwa łańcucha żywnościowego (Rys. 27).



Od pola, przez gospodarstwo i producenta, aż do stołu, naukowcy z całej Europy monitorują i oceniają żywność nieustannie, tak aby była ona **bezpieczna**.

Rys. 27. Obszary strategii „od pola do stołu”.

Czy pozostałości ś.o.r. mogą być w żywności?

Każda substancja czynna zawarta w środku ochrony roślin ulega rozkładowi pod wpływem słońca lub biodegradacji i jest metabolizowana przez rośliny w zależności od właściwości fizyko-chemicznych.

- Baza danych dotycząca właściwości substancji czynnych pestycydów:
<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>



- Baza danych dotycząca właściwości substancji czynnych biopestycydów:
<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/index.htm>



- Baza danych dotycząca właściwości substancji weterynaryjnych:
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/vsdb/atoz.htm>



Jeżeli zbiór plonów nastąpi przed całkowitym rozkładem substancji czynnej znajdującej się wewnątrz lub na powierzchni zebranych plonów mogą pozostać jej śladowe ilości, czyli **tzw. pozostałości środków ochrony roślin**.

Co to są Najwyższe Dopuszczalne Poziomy Pozostałości i jak są ustalane?

Zgodnie z prawem pozostałości środków ochrony roślin mogą znajdować się w/na żywności, ale **poniżej ściśle określonych norm, stale weryfikowanych i zmienianych**, określanych jako **NDP** (ang. MRL – Maximum Residue Level) – **Najwyższe Dopuszczalne Pozostałości** (wyrażane w mg/kg produktu). NDP to prawna tolerancja pozostałości w żywności ustanowiona dla kombinacji produktu spożywczego i substancji czynnej ś.o.r. NDP są ustalone na etapie autoryzacji ś.o.r. przez EFSA, czyli „**tak nisko jak to racjonalnie możliwe**” (ang. As Low As Reasonably Achievable).

Ustalając NDP bierze się pod uwagę przede wszystkim właściwości toksykologiczne substancji, która jest składową środka ochrony roślin, realne jej poziomy wykrywane w plonach przy prawidłowo wykonywanych zabiegach oraz nasze zwyczaje żywieniowe.

Wartości NDP są bardzo zróżnicowane, ta sama substancja czynna może mieć wartość od kilku mg/kg do nawet kilkudziesięciu w zależności od uprawy np. boskalid w jabłkach NDP=2 mg/kg, a w sałacie NDP= 50 mg/kg.

Bardzo rygorystyczne normy są ustanowione dla żywności przeznaczonej dla dzieci lub wycofanych substancji czynnych tj. chloropiryfos, DDT, gdzie wartość NDP jest ustalona na poziomie 0,01 mg/kg.

CIEKAWOSTKA

NDP są ustanowione na poziomach, co najmniej sto razy mniejszych niż potencjalne dawki bezpieczne dla człowieka. Niemniej jednak, wartości NDP nie stanowią granicy bezpieczeństwa, są to normy handlowe służące weryfikacji prawidłowości stosowania środków ochrony roślin.

Wartości toksykologiczne

ADI - dopuszczalne dzienne spożycie (ang. Acceptable Daily Intake).

Maksymalna ilość substancji (mg/kg masy ciała) jaka może być spożywana każdego dnia przez całe życie bez szkody dla konsumenta.

ARfD - ostra dawka referencyjna (ang. Acute Reference Dose).

Maksymalna ilość substancji (mg/kg masy ciała) jaka może być spożyta w ciągu jednego dnia bez żadnych szkód dla konsumenta

Przekroczenia NDP

Przekroczenie NDP sprawia, że produkt staje się **nielegalny**, ale nie jest to równoznaczne z tym że jest niebezpieczny. Jeżeli w danym produkcie przekroczone zostaną dopuszczalne poziomy pozostałości, które mogą potencjalnie zagrażać ludziom lub zwierzętom, uruchamiane są **procedury zabezpieczające zdrowie konsumentów**.

Co to jest RASFF?

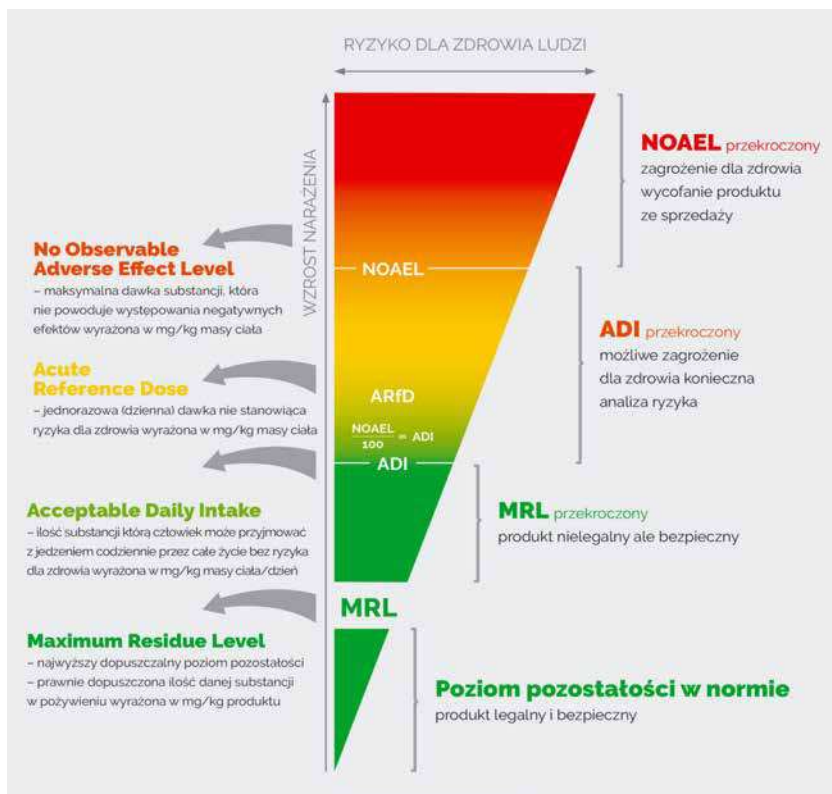
RASFF jest istotnym elementem zarządzania bezpieczeństwem żywności. Utworzony został przez Komisję Europejską w celu szybkiego powiadomienia o substancjach obecnych w produktach spożywczych, które nie spełniają wymogów bezpieczeństwa.



W ramach **Systemu Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznych Produktach Żywnościowych i Środkach Żywienia Zwierząt (RASFF)** przeprowadzona zostaje ocena ryzyka.



Każdy przypadek ocenia się osobno, analizując stężenie danej substancji w produkcie i jej toksyczność dla ludzi. Jeśli istnieje ryzyko zagrożenia zdrowia konsumentów, wówczas produkt jest **wycofywany z rynku**. Takie przypadki zdarzają się rzadko (**Rys. 28**).



Rys. 28. Poziomy pozostałości pestycydów a ryzyko dla zdrowia ludzi.

Źródło: www.ecpa.eu

Co to jest urzędowa kontrola i w jakim celu jest prowadzona?

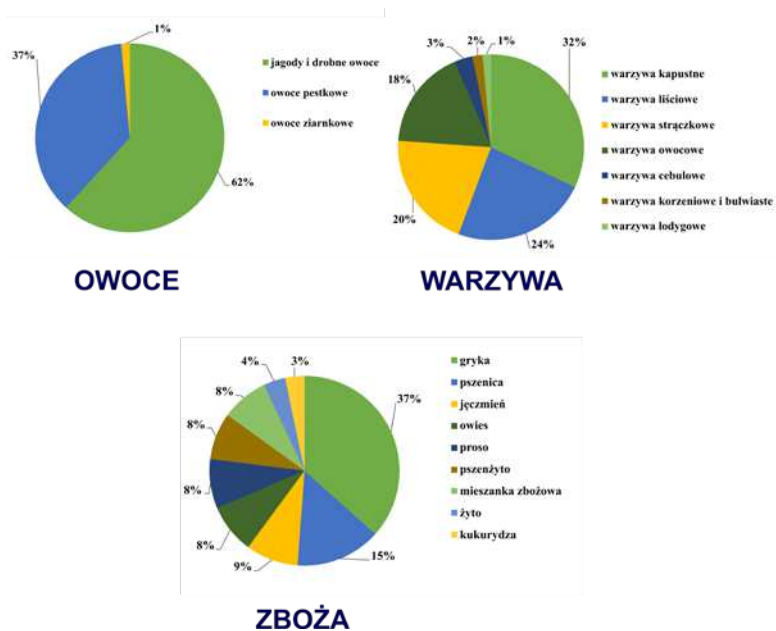
Jednym z najważniejszych elementów ochrony zdrowia człowieka przed ujemnymi skutkami stosowania środków ochrony roślin w praktyce rolniczej są **urzędowe badania kontrolne pozostałości** tych związków zarówno na etapie produkcji pierwotnej (płody rolne), jak i wtórnej (żywność).



System kontroli żywności został zaprojektowany tak, aby konsumenci nie musieli się niczego obawiać. Środki ochrony roślin **kontrolowane są na każdym etapie**: od powstania, poprzez stosowanie przez rolnika oraz w końcowym etapie, gdy badana jest żywność dostępna w sprzedaży, a wytworzona przy wykorzystaniu ś.o.r. To na etapie stosowania mogą pojawić się pozostałości, a jeśli środek użyto niezgodnie ze sposobem określonym w etykiecie produktu, dopuszczalne poziomy pozostałości mogą zostać przekroczone.

Jakie uprawy są kontrolowane w ramach urzędowej kontroli?

Do badań w ramach urzędowej kontroli typowane są uprawy, w których istnieje prawdopodobieństwo przekroczenia wskazanych norm. W badaniach bierze się pod uwagę produkty **nieprzetworzone** (np. **owoce, warzywa, zboża**), jak i **przetworzone** (np. **płatki śniadaniowe, soki, mąka, oleje roślinne czy przyprawy**), pochodzące z kraju i importowane. Sprawdza się produkty o wysokim ryzyku niebezpieczeństwa i bada się je m.in. pod kątem pozostałości setek różnych pestycydów (Rys. 29).



Rys. 29. Badane owoce, warzywa i zboża w ramach krajowej urzędowej kontroli (opracowanie własne IOR-PIB, 2021).

Wybór substancji czynnych ś.o.r. dokonuje się m.in. w oparciu o otrzymywane za pośrednictwem Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN) informacje o najpowszechniej w kraju stosowanych środkach ochrony roślin oraz wyniki badań prowadzonych w tym zakresie w latach poprzednich.

Prowadzenie urzędowych badań kontrolnych pozostałości środków ochrony roślin przez wyspecjalizowane jednostki i laboratoria oraz informowanie o wszystkich wykrytych przypadkach zarówno zastosowania preparatów niedozwolonych, jak i przekroczeniach dopuszczalnych ich stężeń w płodach rolnych zgodnie z procedurą systemu wczesnego ostrzegania o niebezpiecznej żywności i paszach (RASFF), ma na celu zmobilizowanie rolników **do przestrzegania zasad dobrej praktyki rolniczej (ang. GAP, pol. DPR) oraz zaleceń ochrony roślin.**

Obowiązek sprawowania **kontroli nad prawidłowością stosowania środków ochrony roślin w krajowej produkcji rolnej**, w tym prowadzenia badań pod kątem pozostałości substancji czynnych środków ochrony roślin wynika zarówno z prawa krajowego oraz prawa unijnego.

Uzyskane wyniki urzędowej kontroli płodów rolnych pod kątem pozostałości pestycydów porównane są z europejskimi najwyższymi dopuszczalnymi poziomami pozostałości NDP według obowiązującego rozporządzenia (Reg. 396/2005), dostępnego na stronie Komisji Europejskiej.

Europejska baza danych pestycydów (UE Pesticide Database) umożliwia użytkownikom wyszukiwanie informacji na temat:

- substancji czynnych stosowanych w środkach ochrony roślin;
- określonych produktów spożywczych;
- maksymalnych poziomów pozostałości pestycydów (NDP).



https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en

Kto wykonuje badania pozostałości środków ochrony roślin w płodach rolnych?

Badania pozostałości środków ochrony roślin w płodach rolnych są jednym z elementów systemu bezpieczeństwa żywności.

W Polsce ocena prawidłowości stosowania ś.o.r. jest przeprowadzana przez sieć laboratoriów państwowych instytutów badawczych, w tym przez laboratoria **Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego** (Poznań, Sośnicowice oraz Białystok) już od 1971 roku.



Wyniki badań urzędowej kontroli dostarczają zainteresowanym resortom wiarygodnych i reprezentatywnych informacji o **zakresach i poziomach występujących skażeń płodów rolnych, a pośrednio informują również o kuteczności istniejących przepisów regulujących warunki i sposoby stosowania środków ochrony roślin w krajowej praktyce rolniczej.** Badania te pozwalają w porę identyfikować ewentualne problemy i usprawnić nadzór nad prawidłowym stosowaniem środków ochrony roślin. Są także wykorzystywane na szkoleniach organizowanych dla rolników i producentów rolnych.

CIEKAWOSTKA

W przypadku niewłaściwego zastosowania ś.o.r. na rolnika zostają nałożone sankcje, a gdy płody rolne stanowią zagrożenie, są usuwane z rynku.

Jaka rolę odgrywa EFSA w zapewnieniu bezpieczeństwa żywności?

Rola Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) polega na:

- zapewnieniu niezależnego wsparcia naukowego, aby wspomóc konsumentów w dokonywaniu świadomych



- wyborów żywieniowych poprzez współpracę z najlepszymi naukowcami,
- ochronie zwierząt i środowiska przed wszelkimi zagrożeniami związanymi z łańcuchem żywnościowym,
- współpracy z krajowymi organami bezpieczeństwa żywności w całej Europie,
- prowadzeniu naukowej oceny ryzyka związanego z żywnością i wydawaniu bezstronnych opinii na jej temat.

EFSA co roku przy wsparciu instytucji państwowych publikuje **raport dotyczący m.in. pozostałości pestycydów** w żywności dostępnej w Europie. Wyniki ostatnich lat dowodzą, że żywność w Unii Europejskiej jest niezmiennie bezpieczna i spełnia restrykcyjne normy unijne (**Rys. 30**).



Rys. 30. Obecność pozostałości ś.o.r. w polskich płodach rolnych (opracowanie własne IOR-PIB, 2021).

Więcej informacji w publikacji Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności EFSA pt.: „Naukowa ochrona żywności spożywanej przez konsumentów”:

https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/efsa_corporate_brochure_pl.pdf.

Bezpieczeństwo, zagrożenia i zatrucia pszczół

Co to są zapylacze?

Zapylacze to zwierzęta, które współpracują z roślinami zapylając kwiaty. Dzięki temu rośliny mogą wytwarzać nasiona i owoce. W większości zapylaczami są owady, a wśród nich znajdują się pszczoły, trzmiele oraz liczne gatunki pszczół samotnic, np. murarki, obrostki czy makatki.



Na świecie żyje ok. 20 000 gatunków pszczół. W Polsce występuje ponad 450 gatunków, a najbardziej znanym przedstawicielem pszczołowatych jest **pszczoła miodna** (*Apis mellifera*), owad o ogromnym znaczeniu gospodarczym dla człowieka, zaliczany do podrodziny pszczół (*Apinae*).

Jakie uprawy zależne są od zapylania przez owady?

W umiarkowanej strefie klimatycznej pszczoły miodne zapylają aż 80% gatunków roślin, z czego większość to rośliny wykorzystywane w rolnictwie. W tej grupie znajdują się najbardziej wartościowe i kluczowe dla diety owoce i warzywa, a także wiele roślin paszowych wykorzystywanych przy produkcji mięsa i mleka. **W Polsce od zapylania pszczół uzależnionych jest aż 60 gatunków roślin uprawnych**, m.in. rzepak, gorczyca, słonecznik, proso, soja, porzeczki, truskawki czy maliny. A także **140 gatunków roślin ogrodowych**, w tym ponad 60 gatunków uprawnych roślin leczniczych, ok. 60 gatunków warzyw i 15 gatunków drzew owocowych i krzewów (Tabela 3).

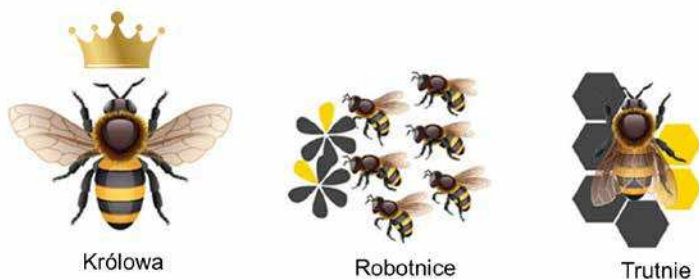
Zapewnienie pełnego zapylania przez pszczoły powoduje wzrost plonu, w porównaniu z plonem przeciętnym, w następującej wysokości: roślin sadowniczo-jagodowych o 30-60%, koniczyny czerwonej o 50-80%, lucerny o 65%, ogórków o 75-90%, gorzycy o 60%, słonecznika i rzepaku do 30%, lnu oraz dyniowatych o 20-25%.

Tabela 3. Owoce i warzywa owadopylne.

Owadopylne owoce		Owadopylne warzywa	
ananas	agrest	bakłażan	bób
arbuz	banan	brokuł	brukselka
borówki	brzoskwinia	cebula	cukinia
cytryna	czarne jagody	czosnek	dynia
czereśnie	grejfrut	fasola	groch
gruszka	jabłka	gryka	kabaczek
jeżyny	maliny	kalafior	kapusta
mandarynka	melon	marchew	ogórek
morele	pomarańcza	papryka	pietruszka
porzeczki	poziomki	pomidor	rzeżucha
śliwki	truskawki	rzodkiewka	seler
winogrono	wiśnie	słonecznik	szcypiorek
herbata	kakao		
kawa			

Co wiemy o pszczołach miodnych?

Pszczoły miodne żyją w rojach, które stanowią doskonale zorganizowane społeczeństwo. Rodziny pszczele składają się z **matki** (królowej), bezpłodnych **robotnic** oraz **trutni** (samców) (Rys. 31). W ulu każdy mieszkaniec ma swoją rolę. **Matka pszczela** zapewnia ciągłość rodziny pszczelej poprzez składanie jaj, w ciągu jednego roku może ich złożyć ponad 200 000. Nie wykonuje w ulu żadnych prac. To jedyna mieszkanka ula, która żyje długo, nawet 4-5 lat. **Robotnice** to najliczniejsza grupa pszczoł w ulu. Ich zadaniem jest dostarczanie do ula pokarmu (nektaru, pyłku i wody), karmienie larw, porządkowanie i ochrona ula. Głównym zadaniem **trutni** jest zapłodnienie matki (królowej), dzięki czemu składa ona jajeczka.



Rys. 31. Rodzaje pszczoł w ulu.

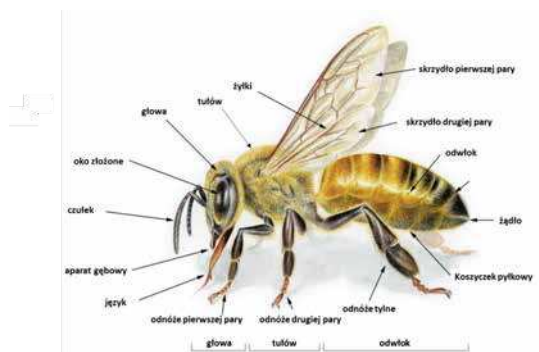
Na poszukiwanie surowców do produkcji miodu najpierw wyrusza **zwiadowczyni**. Gdy namierzy rośliny miododajne (**nektarodajne**), po powrocie do ula wykonuje taniec informujący o kierunku lotu, ilości i jakości pożytku. Następnie do pracy przystępują **pszczoły zbieraczki**, które pobierają nektar do specjalnego zbiorniczka. W ulu przekazują go **pszczołom robotnicom** – te składają nektar w komórkach plastra. Pszczoły przenoszą **nakrop** z jednej komórki plastra do drugiej, wzbogacając go w enzymy. Tak powstaje **miód**. Kiedy jest już dojrzały, robotnice pokrywają komórki cienką woskową warstwą, który chroni miód przed wilgocią i zanieczyszczeniami.

CIEKAWOSTKA

*Samica pszczoły żyje przeciętnie: 30-60 dni, a samiec: 31-32 dni.
Królowa może żyć do 5 lat.*

Jak zbudowana jest pszczoła?

Całe ciało pszczoły posiada wiele organów i narządów (Rys. 32) związanych z prowadzonym przez nią trybem życia – są więc narządy, które ułatwiają zbieranie pyłku kwiatowego i budowanie plastrów, a także takie, które służą do karmienia potomstwa czy obrony gniazda przed intruzami.



Rys. 32. Budowa pszczoły miodnej.

Co można pozyskać od pszczół?

Pszczoły miodne, oprócz przyczyniania się do znacznego zwiększenia plonów rolników, dostarczają wielu surowców i produktów, które są wykorzystywane w różnych dziedzinach naszego życia - od bezpośredniej konsumpcji do przetwórstwa w przemyśle farmaceutycznym.

Wśród produktów pszczelich wyróżnia się takie, które są bezpośrednim wytworem organizmów pszczół robotnic:

- jad pszczeli; mleczko pszczele; wosk pszczeli;

oraz wytworzone przez pszczoły z surowców zebranych w środowisku:

- miód; propolis (kit pszczeli); pyłek kwiatowy.

Najbardziej rozpowszechnionym i znanym produktem pszczelim jest **miód**.

CIEKAWOSTKA

Pszczoła miodna musi odwiedzić około 4 milionów kwiatów, aby zebrać nektar na 1 kg miodu.



Czym jest miód?

Miód to produkt spożywczy wytworzony przez pszczoły z **nektaru roślin lub spadzi**, albo z obu tych surowców naraz. Miód składa się w większości (ok. 77%) z cukrów prostych (**glukozy i fruktozy**) i **sacharozy** oraz w niewielkim stopniu z wody, kwasów organicznych, enzymów, białek i aminokwasów oraz minerałów.

Miód wykazuje wiele właściwości, m.in.:

- ma działanie przeciwzapalne, antibakteryjne i przeciwalergiczne;
- wzmacnia serce, obniża ciśnienie krwi, hamuje rozwój miażdżycy;
- ułatwia regenerację organizmu i pomaga zwiększyć odporność;
- reguluje pracę wątroby i nerek;
- koi nerwy i ułatwia zasypianie;
- ma właściwości odtruwające.

Jakie są popularne rodzaje miodu?

W Polsce do najpopularniejszych miodów zalicza się miód wielokwiatowy, lipowy, akacjowy, gryczany czy rzepakowy (Rys. 33).



Rys. 33. Rodzaje miodu - właściwości oraz zastosowanie.

Co wpływa na zmniejszenie liczebności zapylaczy?

- utrata siedlisk (bazy pokarmowej i lęgowej) w wyniku zmian w użytkowaniu terenu;
- rosnąca powierzchnia miast i arealów upraw, gęsta zabudowa terenu, częste koszenie trawników i łąk;

- intensyfikacja rolnictwa;
- monokultury, które można obserwować na terenie naszego kraju (na przykład monokultury rzepaku ozimego), niekorzystne dla robotnic pszczoły miodnej (*Apis mellifera L.*). Optymalny i przynoszący korzyści ekonomiczne lot nie przekracza **1,5 km**, powyżej tego dystansu ilość przyniesionego wziętku znacząco się obniża, a wydajność pracy pszczoł spada. Zbieraczki mogą latać średnio **od 2 do 3 km**, a w sytuacjach skrajnych zasięg lotu robotnic pszczoły kraińskiej może wynosić nawet do **13 km**. Jednak jest to lot wysoce nieekonomiczny i wiele zbieraczek nie powraca już do ula. Dlatego w sytuacji rozległej monokultury, robotnice nie mają szans na znalezienie innego źródła pokarmu;
- patogeny (wirusy i pasożyty: przede wszystkim roztocza warrozy, bakterie i choroby układu pokarmowego pszczoł), gatunki inwazyjne;
- zanieczyszczenie środowiska i zmiana klimatu;
- mała różnorodność genetyczna pszczoł miodnych, wyhodowanych z ograniczonej liczby linii w celu zmniejszenia agresywności i większej wydajności;
- nadmierne i/lub nieprawidłowe stosowanie środków ochrony roślin i nawozów.

Czy w Polsce ochrona pszczoł podczas stosowania środków ochrony roślin jest wymogiem prawnym?

Tak. Szczegółowe regulacje w zakresie stosowania środków ochrony roślin określone zostały w Ustawie z dnia 8 marca 2013 r. (Dz. U. z 2017 r., poz. 50) o środkach ochrony roślin oraz w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW) z dnia 31 marca 2014 r. w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin (Dz. U. 2014 poz. 516).



Ubočnym skutkiem stosowania chemicznej ochrony roślin jest występowanie pozostałości ś.o.r. w miodach i innych produktach pszczelich. Najczęściej stwierdza się w nich związki z grupy neonikotynoidów np. acetamipryd, imidachlopyryd, tiaklopyryd, z grupy insektycydów fosforoorganicznych np. chloropiryfos i dimetoat oraz związki chłoorganiczne np. heptachlor.

Jakie są przyczyny zatruc pszczoł podczas stosowania ś.o.r.?

Główną przyczyną wystąpienia zatruc pszczoł są częste błędy wykonawców zabiegów, tj.:

- nieprzebrnięcie zapisów etykiety zawierającej instrukcję stosowania;
- nieprawidłowy dobór preparatu ochrony roślin i dawek;
- nieprawidłowy dobór terminu zabiegu chemicznej ochrony;
- nieprawidłowa technika zbiegu;
- stosowanie niedozwolonych na danej uprawie środków ochrony roślin;
- brak przygotowania wykonujących zabiegi.

Na czym polega toksyczne działanie środków ochrony roślin w przypadku pszczoł?

Środki ochrony roślin charakteryzują się toksycznością żołądkową, kontaktową oraz fumigacyjną dla pszczoł:

- **toksyczność żołądkowa** - zatrucia pokarmowe występują, gdy pszczoła pobierze skażony pyłek, nektar, spadź czy wodę (ten rodzaj zatrucia jest szczególnie niebezpieczny w okresie suszy oraz gdy pszczoły przynoszą skażony pokarm do ula, co przyczynia się do zatrucia całej rodziny jak również miodu);
- **toksyczność kontaktowa** - jest najpowszechniejszą przyczyną zatruc pszczoł w warunkach polowych; do zatrucia dochodzi, gdy pestycydy wnikają do organizmu pszczoły podczas jej przelotu z pasieki do źródła pożytku;
- **toksyczność fumigacyjna (gazowa)** - pestycydy wnikają do organizmu pszczoły przez drogi oddechowe; tego rodzaju zatrucia lub podtrucia są najrzadsze.

W jaki sposób możemy określić toksyczność pestycydów dla pszczoł miodnych?

Toksyczność pestycydów dla pszczoł miodnych jest mierzona przy użyciu wartości dawki śmiertelnej LD_{50} – dawki, przy której następuje śmierć 50% badanej populacji.

Na stronie *Pesticide Properties DataBase* (<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>) podane są dawki LD_{50} wyznaczone dla konkretnej substancji dla podania doustnego i kontaktowego ze wskazaniem toksyczności związków (Rys. 34).

Tabela 4. Toksyczność wybranych pestycydów względem pszczoł miodnych.

Toksyczność pestycydów	Wysoce toksyczne	Umiarkowanie toksyczne	Nietoksyczne
LD50	<2 µg / pszczotę	od 2 do 11 µg / pszczotę	> 11 µg / pszczotę
Przykład związku	cypermetryna dimetoat* deltametryna klotianidyna* tiametoksam*	acefat* acetamipryd azynofos metylowy* pirymikarb tiaklopryd*	boskalid fenoksykarb* flonikamid glifosat spirotetramat

*wycofane ze stosowania

Aby zminimalizować ryzyko zatruc pszczoł, wykonując zabiegi chemicznej ochrony roślin należy pamiętać, aby:

- przestrzegać zapisów na etykiecie środków ochrony roślin;
- stosować wyłącznie oryginalne środki ochrony roślin (Rozporządzenie MRiRW, 2014);
- nie wykonywać zabiegów na uprawach z kwitającymi roślinami w czasie ich oblotu przez zapylacze; należy pamiętać, że kwitące chwasty są również atrakcyjne dla pszczoł;
- dobierać środki ochrony roślin w taki sposób, aby minimalizować negatywny wpływ zabiegów chemicznych na organizmy niebędące celem zabiegu;
- nie stosować niezalecanych mieszanin środków owadobójczych z innymi komponentami;
- jeśli w pobliżu upraw rzepaku, gryki bądź pozostałych gatunków roślin miododajnych pszczelarze wystawiają ule, na ich prośbę należy udzielić informacji o planowanych zabiegach środkami ochrony roślin;
- stosować środki ochrony roślin jedynie w wypadku przekroczenia progów ekonomicznej szkodliwości agrofagów;
- stosować środki selektywne i w sposób bezpieczny dla organizmów pożytecznych;
- nie wykonywać zabiegów w warunkach sprzyjających znoszeniu cieczy użytkowej podczas zabiegu; szczególnie na sąsiednie, kwitające uprawy, a także miejsca, gdzie zapylacze mogą mieć pożytek;
- nie zanieczyszczać wód, takich jak: rowy melioracyjne, zbiorniki śródpolne i inne herbicydami, ponieważ mogą one stanowić źródło wody dla zapylaczy.

Jak postąpić, gdy dojdzie do zatrucia pszczół środkami ochrony roślin?

W przypadku podejrzenia o wystąpienie zatrucia pszczół środkami ochrony roślin, pszczelarz, który chce dochodzić swoich praw w sądzie, powinien zgłosić szkodę do Urzędu Gminy, gdzie powinna być powołana Komisja. Wówczas zostaje wyznaczony Lekarz Weterynarii, który pobiera próbkę pszczół (ok. 1000 martwych pszczół, w wyjątkowych przypadkach na próbkę może składać się mniejsza liczba pszczół). Inspektor PIORiN-u pobiera próbkę rośliny, która została poddana działaniu środka ochrony roślin oraz próbkę gleby. Próbkę są komisyjnie pakowane (muszą zostać niezwłocznie zamrożone), a do próbek dołączany jest protokół.

CIEKAWOSTKA

Zamrożone próbki wraz z protokołem i wypełnionym zleceniem badań, należy wysłać do profesjonalnego laboratorium specjalizującego się w badaniu przypadków zatrucia martwych pszczół. Takie usługi świadczy Instytut Ochrony Roślin - PIB, Laboratorium Badania Bezpieczeństwa Żywności i Pasz, ul. Józefa Chełmońskiego 22, 15-195 Białystok.

Co wpływa na utrzymanie i zwiększanie liczebności zapylaczy?

- bogactwo upraw dostarczających pożytku, takich jak rzepak, gryka i rośliny bobowate (facelia, łubin, bobik, koniczyna);
- utrzymanie miedz bogatych gatunkowo;
- zakładanie pasów z kwitnącą roślinnością;
- różnorodność flory segetalnej na polach (chaber bławatek, gorczyca polna, mak polny) oraz gatunków roślin dzikich na przydrożach i nieużytkach (mniszek lekarski) jako źródło pożytku dla zapylaczy;
- zakładanie miejsc przyjaznym pszczołom, tzw. „Kwiatne stołówki”, w ogrodach przydomowych, na balkonach, w ogródkach działkowych, w przestrzeni publicznej: parkach, na miejskich rabatach i klombach, miejsc, gdzie zapylacze znajdują pokarm oraz schronienie, bogate w rośliny pyłkodajne i nektarodajne, dobrane tak, aby okresy ich kwitnienia zapewniały ciągłość pożywienia dla pszczół;
- zapewnianie bazy lęgowej, np. pozostawianie dzikich zakątków w ogrodzie, czy przygotowanie domków dla owadów;

- stosowanie naturalnych nawozów i środków ochrony roślin, przyjaznych pszczołom, a spośród chemicznych środków ochrony roślin najmniej toksycznych dla pszczoł;
- edukacja – zwiększanie świadomości i wiedzy o roli zapylaczy i zagrożeniach.



CIEKAWOSTKA

20 Maj ŚWIATOWY DZIEŃ PSZCZÓŁ, ustanowiony przez ONZ z inicjatywy Słowenii. Celem jest podkreślenie znaczenia pszczoł dla pozyskiwania żywności i zwrócenie uwagi na zagrożenia dla tych owadów.

Literatura

- Łozowicka B., Iwaniuk P., Konecki R., Kaczyński P., Kuldybayev N., Dutbayev Y. 2022. Impact of Diversified Chemical and Biostimulator Protection on Yield, Health Status, Mycotoxin Level and Economic Profitability in Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivation. *Agronomy*, 12, 258.
- Jankowska M., Łozowicka B. 2022. The processing factors of canning and pasteurization for the most frequently occurring fungicides and insecticides in apples and their application into dietary risk assessment. *Food Chemistry*, 371, 131179.
- Rutkowska E., Łozowicka B., Kaczyński P. 2022. Optymalizacja metody jednoczesnego oznaczania 248 pestycydów w suszonych owocach [Optimization of the method for the simultaneous determination of 248 pesticides in dry fruit]. *Progress in Plant Protection*, 62, 1, 57-65 .
- Iwaniuk P., Łozowicka B., Kaczyński P., Konecki R. 2021. Multifactorial wheat response under *Fusarium culmorum*, herbicidal, fungicidal and biostimulator treatments on the biochemical and mycotoxins status of wheat. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20, 443-453.
- Kaczyński P., Łozowicka B., Perkowski M., Zoń W., Hryńko I., Rutkowska E., Skibko Z. 2021. Impact of broad-spectrum pesticides used in the agricultural and forestry sector on the pesticide profile in wild boar, roe deer and deer and risk assessment for venison consumers. *Science of The Total Environment*, 784, 147215.
- Hryńko I., Kaczyński P., Łozowicka B. 2021. A global study of pesticides in bees: QuEChERS as a sample preparation methodology for their analysis – Critical review and perspective. *Science of the Total Environment*, 792, 148385.
- Hryńko I. 2021. Optymalizacja metod oznaczania 7 neonikotynoidów w pszczołach, miodach, dziko rosnących roślinach miododajnych i cieczach gutacyjnych [Optimization of the methods for the determination of 7 neonicotinoids in honey bees, honeys, melliferous weeds and guttation fluids]. *Progress in Plant Protection*, 61, 1.
- Wołejko E., Jabłońska-Trypuć A., Wydro U., Butarewicz A., Łozowicka B. 2020. Soil biological activity as an indicator of soil pollution with pesticides–A review. *Applied Soil Ecology*, 147, 103356.
- Jankowska M., Łozowicka B., Kaczyński P. 2019. Comprehensive toxicological study over 160 processing factors of pesticides in selected fruit and vegetables after water, mechanical and thermal processing

- treatments and their application to human health risk assessment. *Science of The Total Environment*, 652, 1156-1167.
- Hrynko I., Łozowicka B., Kaczyński P. 2018. Liquid Chromatographic MS/MS Analysis of a Large Group of Insecticides in Honey by Modified QuEChERS. *Food Analytical Methods*, 11, 2307-2319
 - Łozowicka B., Mojsak P., Jankowska M., Kaczynski P., Hrynko I., Rutkowska E., Szabunko J., Borusiewicz A. 2016. Toxicological studies for adults and children of insecticide residues with common mode of action (MoA) in pome, stone, berries and other small fruit. *Science of The Total Environment*, 566-567, 144-156
 - Łozowicka B., Hrynko I., Kaczyński P., Jankowska M., Rutkowska E. 2016. Long-term investigation and health risk assessment of multi-class fungicide residues in fruits. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25 (2), 681-697
 - Łozowicka B. 2015. Health risk for children and adults consuming apples with pesticide residues. *Science of The Total Environment*, 502, 184-198



Zostań Partnerem Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich
Odwiedź portal KSOW – www.ksow.pl