



Instytut Ochrony Roślin Państwowy Instytut Badawczy

ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

WYBRANE ZAGADNIENIA INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN Część 1

Materiały szkoleniowe

Poznań, 21 maja 2024 r.



Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi

Szkolenie w ramach dotacji celowej z budżetu państwa na rok 2024,
Obszar tematyczny 1. Ochrona roślin oraz ograniczanie zagrożeń związanych
z rozprzestrzenianiem się organizmów kwarantannowych i stosowaniem środków ochrony roślin
Zadanie 1.11. Upowszechnianie i wdrażanie wiedzy o integrowanej ochronie roślin



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
www.ior.poznan.pl

Autorzy opracowania:

dr hab. Paweł K. Bereś, prof. IOR – PIB

dr hab. Krzysztof Krawczyk, prof. IOR – PIB

Korekta redakcyjna:

Małgorzata Maćkowiak

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszych materiałów
nie może być reprodukowana w jakiegokolwiek formie i w jakikolwiek
sposób bez pisemnej zgody autorów.

ISBN 978-83-64655-94-4



Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi



Opracowano w ramach dotacji celowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi
na rok 2024

Obszar tematyczny 1. Ochrona roślin oraz ograniczanie zagrożeń związanych
z rozprzestrzenianiem się organizmów kwarantannowych i stosowaniem środków
ochrony roślin

Zadanie 1.11. Upowszechnianie i wdrażanie wiedzy o integrowanej ochronie roślin

SPIS TREŚCI

CHOROBY BAKTERYJNE ROŚLIN ROLNICZYCH I WARZYWNYCH. SZCZEPIONKI BAKTERYJNE STOSOWANE W ROLNICTWIE. BAKTERIE PROMUJĄCE WZROST ROŚLIN

dr hab. Krzysztof Krawczyk, prof. IOR – PIB

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

Zakład Wirusologii i Bakteriologii..... 5

INTEGROWANA OCHRONA KUKURYDZY ZWYCZAJNEJ I CUKROWEJ

dr hab. inż. Paweł K. Bereś, prof. IOR – PIB

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy,

Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie..... 35

dr hab. Krzysztof Krawczyk, prof. IOR – PIB

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

Zakład Wirusologii i Bakteriologii

e-mail: k.krawczyk@iorpib.poznan.pl

CHOROBY BAKTERYJNE ROŚLIN ROLNICZYCH I WARZYWNYCH. SZCZEPIONKI BAKTERYJNE STOSOWANE W ROLNICTWIE. BAKTERIE PROMUJĄCE WZROST ROŚLIN

Choroby bakteryjne roślin uprawnych mają ogromne znaczenie ze względu na potencjalny wpływ na ich plony, jakość produktów rolnych, koszty produkcji oraz możliwość eksportu. Infekcje bakteryjne mogą prowadzić do znacznego obniżenia plonów na skutek bezpośredniego uszkodzenia roślin, ograniczenia powierzchni fotosyntetycznej i zakłócenia w transporcie wody oraz składników odżywczych. Choroby bakteryjne wpływają także na jakość plonów, powodując deformacje, zmiany barwy oraz powstawanie plam, które obniżają wartość handlową produktów, czyniąc je mniej atrakcyjnymi dla konsumentów.

Niezwykle ważne jest zatem skuteczne zwalczanie chorób bakteryjnych. Dzięki niemu można ograniczyć straty plonów oraz koszty związane z koniecznością przeprowadzania dodatkowych zabiegów ochronnych. Eliminowanie chorób bakteryjnych przyczynia się również do utrzymania wysokiej jakości plonów, co jest ważne w kontekście zadowolenia konsumentów i utrzymania konkurencyjności na rynku, a także spełniania międzynarodowych norm fitosanitarnych, które umożliwiają sprzedaż produktów na rynkach zagranicznych.

Bardzo ważną rolę w zwalczaniu chorób bakteryjnych odgrywają **biopreparaty**. Ich stosowanie pozwala na redukcję użycia syntetycznych pestycydów i nawozów chemicznych, co przyczynia się do ograniczenia negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko. Ponadto biopreparaty poprawiają jakość gleby, zwiększają odporność roślin na choroby i szkodniki oraz efektywność wykorzystania składników odżywczych, a to z kolei przekłada się na wyższe plony. Stosowanie biopreparatów przyczynia się do promowania zrównoważonego rolnictwa oraz zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego.

CHOROBY BAKTERYJNE ROŚLIN ROLNICZYCH I WARZYWNYCH

1. Definicja choroby i koncepcja trójkąta chorobowego

Choroba rośliny to proces spowodowany zwykle przez czynniki zewnętrzne, którego istotą jest długotrwałe zakłócenie funkcji fizjologicznych rośliny, ujawniające się w postaci zmian (objawów) chorobowych i zagrażające egzystencji lub normalnemu rozwojowi całej rośliny lub jej części (Kryczyński i Weber 2010).

Czynniki chorobotwórcze

Czynniki powodujące wystąpienie zmian chorobowych w roślinie dzielimy na nieinfekcyjne i infekcyjne.

Do **nieinfekcyjnych czynników chorobotwórczych** należą:

- wady genetyczne powodujące zakłócenia wzrostu i rozwoju rośliny,
- czynniki glebowe lub atmosferyczne – są one niezbędne roślinie do normalnego wzrostu i rozwoju, ale jeśli występują na zbyt niskim poziomie lub w nadmiarze, np. nadmierne zasolenie, susza, podtopienia, niedobory minerałów w glebie, mogą sprzyjać rozwojowi procesu chorobowego.

Czynniki nieinfekcyjne powodują wystąpienie na roślinach niespecyficznych objawów, co znacząco utrudnia proces diagnostyki chorób. Dlatego diagnozując chorobę, należy wziąć pod uwagę wszelkie możliwe czynniki chorobotwórcze, znać wymagania środowiskowe badanej rośliny oraz przebieg i stan warunków środowiska.

Do **czynników infekcyjnych** należą patogeny, takie jak: bakterie, grzyby i wirusy.

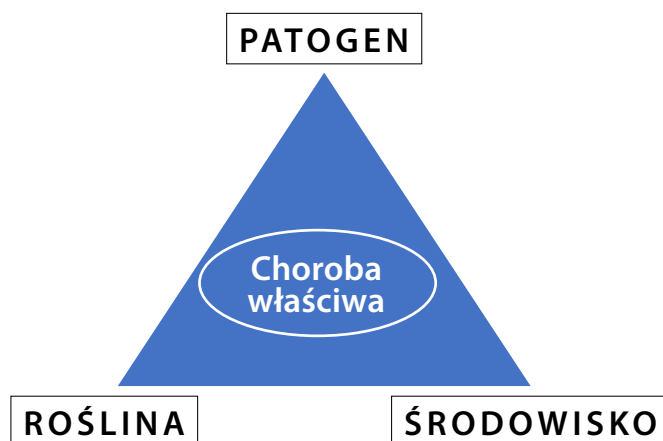
Należy pamiętać, że akcja patogenu, tzn. miejsce i sposób, w jaki patogen atakuje roślinę, determinowana jest przez jego naturę i szczególne właściwości. Podobnie reakcja rośliny zależy od jej natury i szczególnych cech związanych z podatnością lub odpornością na patogena. Kolejne akcje patogenu i reakcje rośliny zachodzą w konkretnych warunkach środowiska, które mogą znacząco to współdziałanie modyfikować. Jest to tzw. funkcjonalna definicja choroby.

Zgodnie z funkcjonującą w fitopatologii koncepcją **trójkąta chorobowego**, aby choroba rośliny mogła się rozwinąć, muszą wystąpić trzy czynniki równocześnie: patogen, roślina i odpowiednie warunki środowiskowe (ryc. 1).

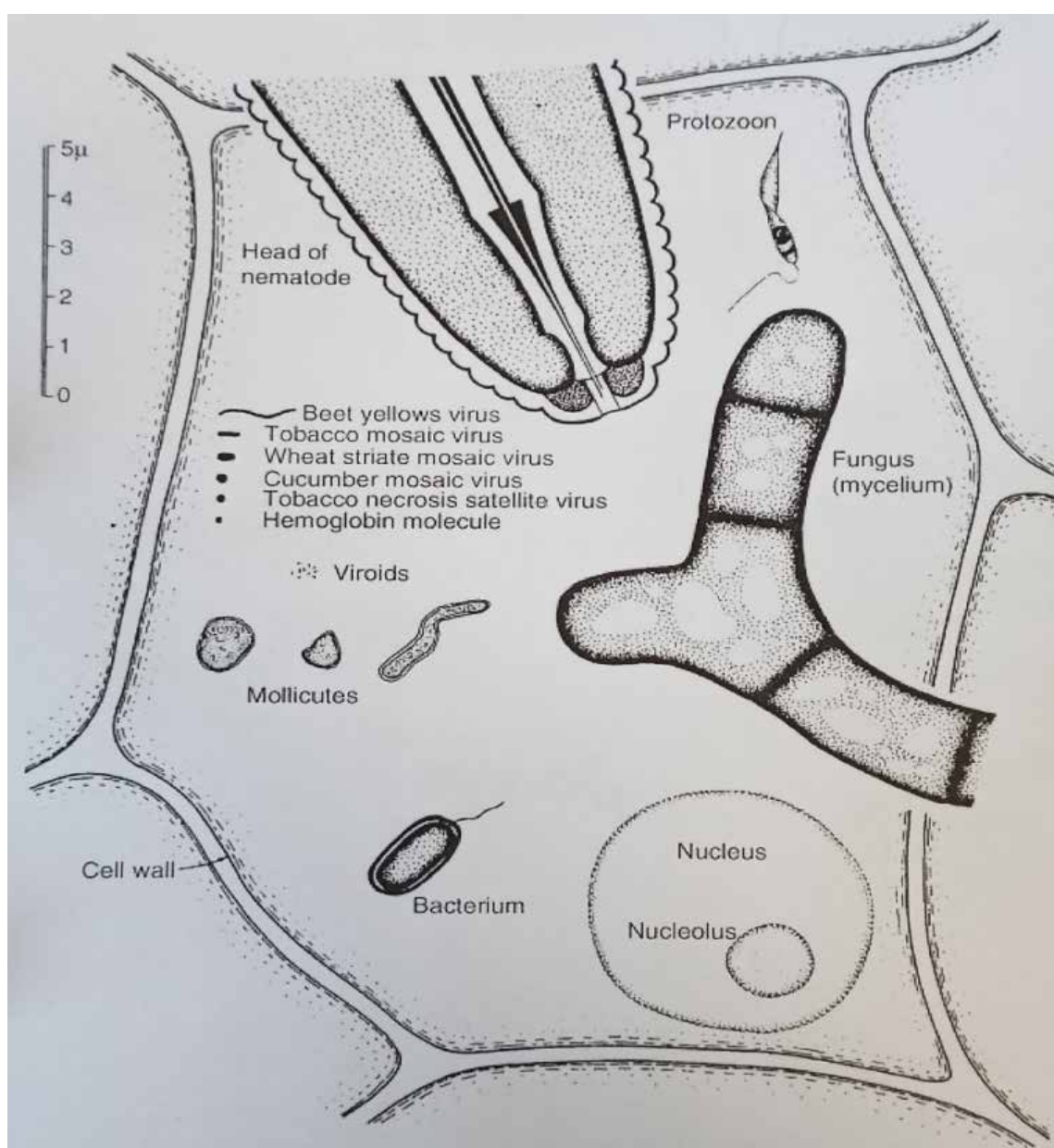
2. Rozwój infekcyjnego procesu chorobowego

Etap 1. Infekcja

Infekcja to nawiązanie kontaktu pasożytniczego patogenu z rośliną. Charakteryzując przebieg procesu chorobowego w roślinie powodowanego przez bakterie, warto zwrócić uwagę na skalę i wielkość poszczególnych mikroorganizmów biorących w nim udział (ryc. 2).

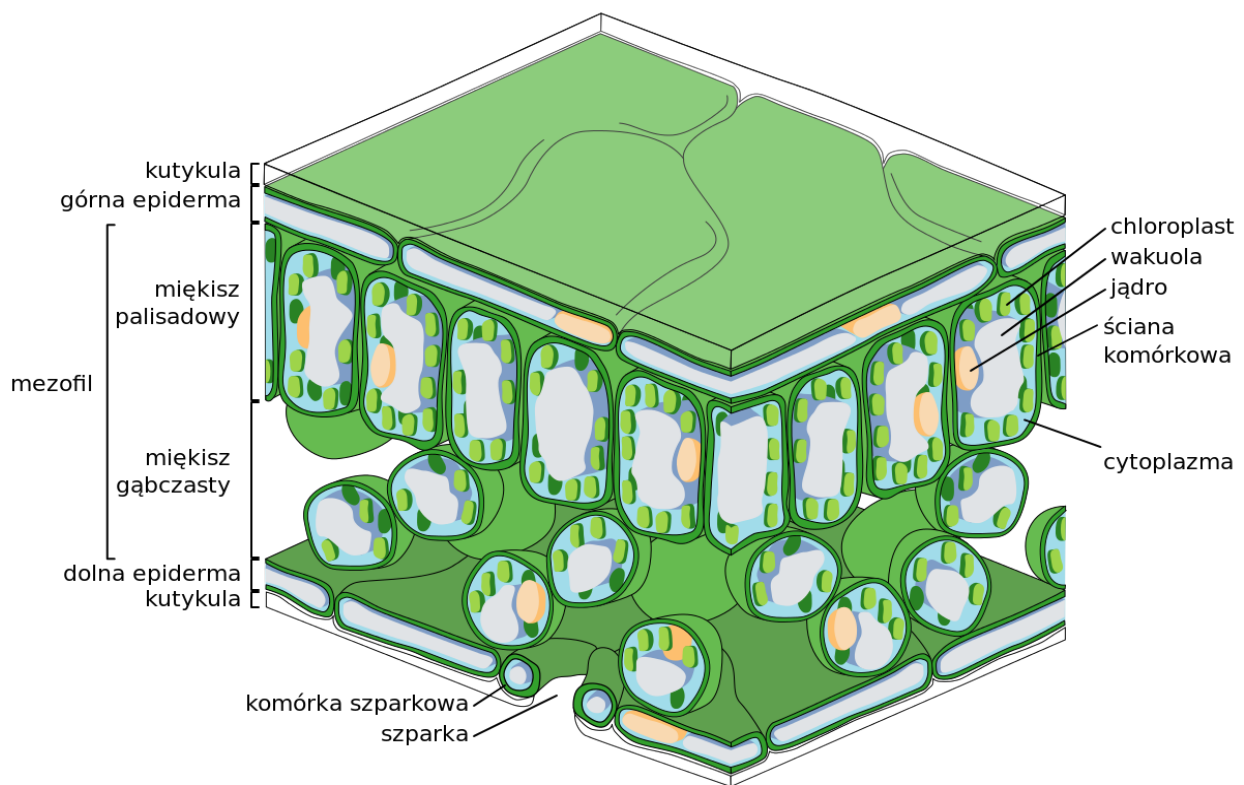


Ryc. 1. Elementy trójkąta chorobowego



Ryc. 2. Porównanie wielkości patogenów w odniesieniu do wielkości komórki roślinnej

(źródło: <https://media.springernature.com>)



Ryc. 3. Przekrój poprzeczny liścia (źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Mi%C4%99kisz_g%C4%85bczasty)

Interesująca jest skala wielkości komórki bakteryjnej w porównaniu z komórką roślinną oraz z głową nicienia, strzępką grzyba, jądrem i jądrem komórki roślinnej, fitoplazmami, pierwotniakami, wirusami i wiroidami. Dla pojedynczej komórki bakterii dostanie się do komórki roślinnej jest trudnym zadaniem. Podobnie jest ze skolonizowaniem tkanki roślinnej, szczególnie że prawie cała powierzchnia rośliny jest pokryta kutykulą, która stanowi wystarczającą barierę ochronną przed infekcją (ryc. 3). Taką barierę zdolne są sforsować jedynie niektóre grzyby. Pozostałe patogeny dostają się do roślin specjalnymi drogami.

Drogi wnikania bakterii do wnętrza rośliny

- Organy i utwory roślin nieokryte kutykulą:
 - różne części kwiatów – znamiona słupków, główki pręcików oraz miodniki (kwiaty – dogodna droga infekcji dla wielu bakterii – np. *Erwinia amylovora*),
 - włosniki na korzeniach,
 - młode kielki, które przez pewien czas pozostają nieokryte kutykulą.
- Naturalne otwory na powierzchni roślin:
 - aparaty szparkowe, przetchlinki, hydrotody, kanały wydzielnicze w miodnikach. Przez szparki oddechowe i hydrotody zakażają bakterie – ich komórki mogą być wsysane

przez te otwory z wodą. Pewną rolę mogą tu odgrywać rzęski bakterii, dzięki którym komórki bakterii mogą poruszać się aktywnie w wodzie, zapewne kierując się do wnętrza rośliny na skutek działania specyficznych taksji;

- blizny po opadłych liściach lub owocach (np. czereśnie – *Pseudomonas syringae*)
 - pęknięcia zewnętrznych warstw korzeni powstające w trakcie wyrastania korzeni bocznych z okolicy.
- Różnego rodzaju zranienia.

Zranienia są najlepszą drogą wnikania dla wszystkich typów patogenów, ponieważ oprócz kutykuli dodatkowo uszkodzona zostaje ściana komórkowa, co znacząco ułatwia infekcję. Bakterie na ogół rozmnażają się w sąsiedztwie miejsca infekcji, np. w pobliżu zranień czy hydátod. Dzieje się tak, ponieważ w tych miejscach z rośliny wydostają się różnorodne substancje, które komórki bakterii wykorzystują jako źródło składników odżywczych. Zarodniki grzybów oraz komórki bakterii i nasiona roślin pasożytniczych mają na powierzchni lub wydzielają w obecności wody kleistą substancję zawierającą nierozpuszczalne w wodzie wielocukry, białka i lipidy, co ułatwia im przyleganie do powierzchni rośliny. Bakterie wydzielają enzymy hydrolizujące. Następuje wówczas hydroliza polimerycznych form estrów kwasów tłuszczowych do ich monomerycznych składników, co niszczy spójność warstwy kutynowej.

W relacji patogen – roślina żywicielska występuje zjawisko wysyłania i rozpoznawania przez roślinę i patogen sygnałów uruchamiających proces infekcji. Sygnałami takimi są m.in.:

- kwasy tłuszczowe kutykuli rośliny przyczyniające się do wytwarzania przez patogen kutynazy rozkładającej kutynę,
- galaktouroniany wchodzące w skład pektyn rośliny stymulujące wytwarzanie pektynolizy przez grzyby lub bakterie,
- izoflawony i inne związki fenolowe, aminokwasy i cukry wydobywające się w miejscach zranień, uaktywniające geny patogenów odpowiedzialne za ich zdolność do zakażenia rośliny.

Tylko niektóre grzyby i rośliny pasożytnicze potrafią dokonać infekcji roślin, nie korzystając ze specjalnych dróg wnikania, czyli przez nieuszkodzoną uprzednio kutykulę, np. *Botrytis cinerea*.

Etap 2. Inkubacja

Drugim etapem procesu chorobowego jest inkubacja, która trwa od zakończenia infekcji, czyli nawiązania kontaktu pasożytniczego patogenu z rośliną, do pojawienia się pierwszych objawów chorobowych. Polega ona na rozmnażaniu się i kolonizacji tkanek przez patogen w roślinie.

Czas trwania inkubacji jest charakterystyczny dla określonego patogenu i rośliny – gospodarza; zależy również od warunków środowiska, a zwłaszcza temperatury. W przypadku roślin charakteryzujących się małą podatnością i/lub dużą tolerancyjnością na dany patogen, lub w przypadku patogenu o małej agresywności, a także w warunkach środowiska (szczególnie temperatury) niesprzyjających rozwojowi patogenu, mogą nie wystąpić objawy chorobowe. Taki stan nazywamy **porażeniem bezobjawowym, utajonym (latentnym)**.

Zmiana warunków środowiska w kierunku korzystnym dla patogenu lub zwiększenie podatności rośliny w związku z jej dojrzewaniem może spowodować wystąpienie objawów chorobowych u rośliny dotychczas porażonej latentnie (np. *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* na ziemniaku – przenoszenie z bulwami – bakterioza pierścieniowa ziemniaka – pod koniec okresu wegetacji).

Etap 3. Choroba właściwa

Niektóre patogeny nie mają tendencji do znaczącego powiększania opanowanego obszaru rośliny i pozostają w pobliżu miejsca infekcji. Jest to tzw. **porażenie lokalne**. Jego objawami są różnego rodzaju „plamki lokalne”. Każda plamka jest wynikiem osobnej infekcji i zlokalizowanego rozwoju patogenu, jak w przypadku *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* wywołującej kanciastą plamistość ogórka.

Większość patogenów ma skłonność do mniej lub bardziej znaczącego, ale jednak stałego powiększania opanowanego obszaru rośliny. Bakterie *Erwinia amylovora* zakażają kwiaty drzew owocowych, bardzo szybko całkowicie je przerastają i przemieszczają się z nich do pędów jabłoni, grusz, wiśni lub czereśni, powodując zgorzel kwiatów i pędów.

Z klasycznym **porażeniem systemicznym (ustrojowym)** mamy jednak do czynienia wyłącznie w przypadkach chorób powodowanych przez wiroidy i wirusy. Bakterie i grzyby, nawet kiedy rozrastają się lub przemieszczają w tkankach roślin, nigdy nie opanowują całych lub prawie całych roślin (np. *Clavibacter michiganensis* – rak bakteryjny pomidora).

Większość bakterii żyje i rozwija się w przestrzeniach międzykomórkowych, czyli intercelularnie, a pokarm pobiera po zniszczeniu ścian komórkowych przyległych komórek roślin. Wewnątrz komórek chorych roślin żyją i rozwijają się fitoplazmy – są to tzw. endobionty. Fitoplazmy rozwijają się w wiążkach sitowych zakażonych roślin i wywołują zaburzenia w transporcie asymilatów oraz substancji wzrostowych, co po pewnym czasie doprowadza do wystąpienia objawów chorobowych.

Od czego zależy rodzaj wytworzonych objawów chorobowych na roślinie?

- Bakterie, w zależności od ich cech gatunkowych, rozmnażają się i przemieszczają w tkankach miękiszowych lub przewodzących. Rodzaj objawów chorobowych wskazujących na zakończenie inkubacji zależy od porażonych tkanek i rodzaju wytwarzanych enzymów, toksyn lub innych substancji.

- Bakterie rozwijające się w wiązkach naczyniowych blokują światło naczyń przez obecność ich komórek i wytwarzany śluz, powodując więdnienia części roślin.
- Dodatkowe zaburzenia wywołują toksyny wydzielane przez bakterie. W wyniku porażenia wiązek naczyniowych nadziemne części roślin więdną, żółkną i następnie przedwcześnie zamierają.
- Bakterie porażające tkanki miękiszowe wydzielają m.in. enzymy pektynolityczne rozkładające blaszki środkowe i ściany komórek miękiszu oraz toksyny przyspieszające zamieranie komórek rośliny. W wyniku tego oddziaływania bakterii następuje zamieranie i gnicie porażonych fragmentów roślin. Zmianom tym towarzyszą przebarwienia, najczęściej brunatnego koloru.

3. Diagnostyka procesu chorobowego w fitopatologii

Diagnostyka procesu chorobowego prowadzi do rozpoznania sprawcy choroby.

Diagnoza makroskopowa – oznacza określanie rodzaju choroby na podstawie charakterystycznych (specyficznych) objawów chorobowych, które na danym gatunku rośliny nie występują w przypadku żadnej innej choroby. Diagnoza makroskopowa wielu znanych chorób, jak mączniaki rzekome, mączniaki prawdziwe, rdze, głównie lub śniecie, jest bardzo łatwa (Kryczyński i Weber 2010).

Do metod diagnostycznych zaliczamy również wszystkie inne metody naukowe, które pozwalają nam rozpoznać sprawcę choroby.

Często obok czynnika wywołującego chorobę na obumarłych tkankach pojawiają się wtórnie mikroorganizmy saprofityczne (**zakażenia wtórne**), co znacząco utrudnia ustalenie właściwego czynnika sprawczego choroby. Dlatego podstawowym elementem diagnozy choroby rośliny i identyfikacji jej czynnika sprawczego jest przeprowadzenie procedury badającej spełnienie **postulatów Kocha**. Robert Koch – niemiecki naukowiec, lekarz i mikrobiolog – w 1892 r. sformułował zbiór reguł diagnostycznych znanych jako postulaty Kocha, pozwalających określić, czy dany mikroorganizm rzeczywiście jest czynnikiem chorobotwórczym.

Postulaty Kocha obejmują cztery kryteria, które określają, że:

- 1) mikroorganizm, który ma być uznany za sprawcę choroby, jest obecny w chorej tkance;
- 2) mikroorganizm, który na podstawie swego powiązania z chorą tkanką wydaje się sprawcą choroby, musi być wyizolowany z chorej rośliny, a jego czysta kultura musi być hodowana na odpowiedniej pożywce mikrobiologicznej i scharakteryzowana;
- 3) przypuszczalny patogen musi powodować podobne lub takie same objawy na roślinie-gospodarzu, jakie występują w warunkach naturalnych;
- 4) patogen musi zostać wyizolowany z zakażonej rośliny.

W zależności od występowania objawów chorobowych na poszczególnych organach roślin do testu patogenności (spełnienie trzeciego postulatu Kocha) wybiera się odpowiedni organ, np. liść, łodygę, kwiat, owoc, pęd zdrewniały, który następnie inokuluje się czystą kulturą przypuszczalnego patogenu (ryc. 4). W niektórych przypadkach można do testów patogenności wykorzystać liście tytoniu, dzięki czemu określimy, czy badany przez nas izolat bakteryjny powoduje **reakcję nadwrażliwości** (ang. hypersensitivity response, HR) (ryc. 5).



Ryc. 4. Przykład testu patogenności na kukurydzy (fot. K. Krawczyk)



Ryc. 5. Przykład testu patogenności, reakcja nadwrażliwości na tytoniu (fot. K. Krawczyk)

Objawy chorobowe będące wynikiem testów patogeniczności mogą różnić się od siebie i od objawów obserwowanych w środowisku w zależności od metody inokulacji zastosowanej w diagnostyce. Ilustrują to przykłady przedstawione na rycinach 6–12.

PRZYKŁADOWE CHOROBY BAKTERYJNE ROŚLIN

Pantoea ananatis na kukurydzy



Ryc. 6. Objawy porażenia *P. ananatis* na liściach kukurydzy obserwowane w środowisku (Krawczyk i in. 2010)

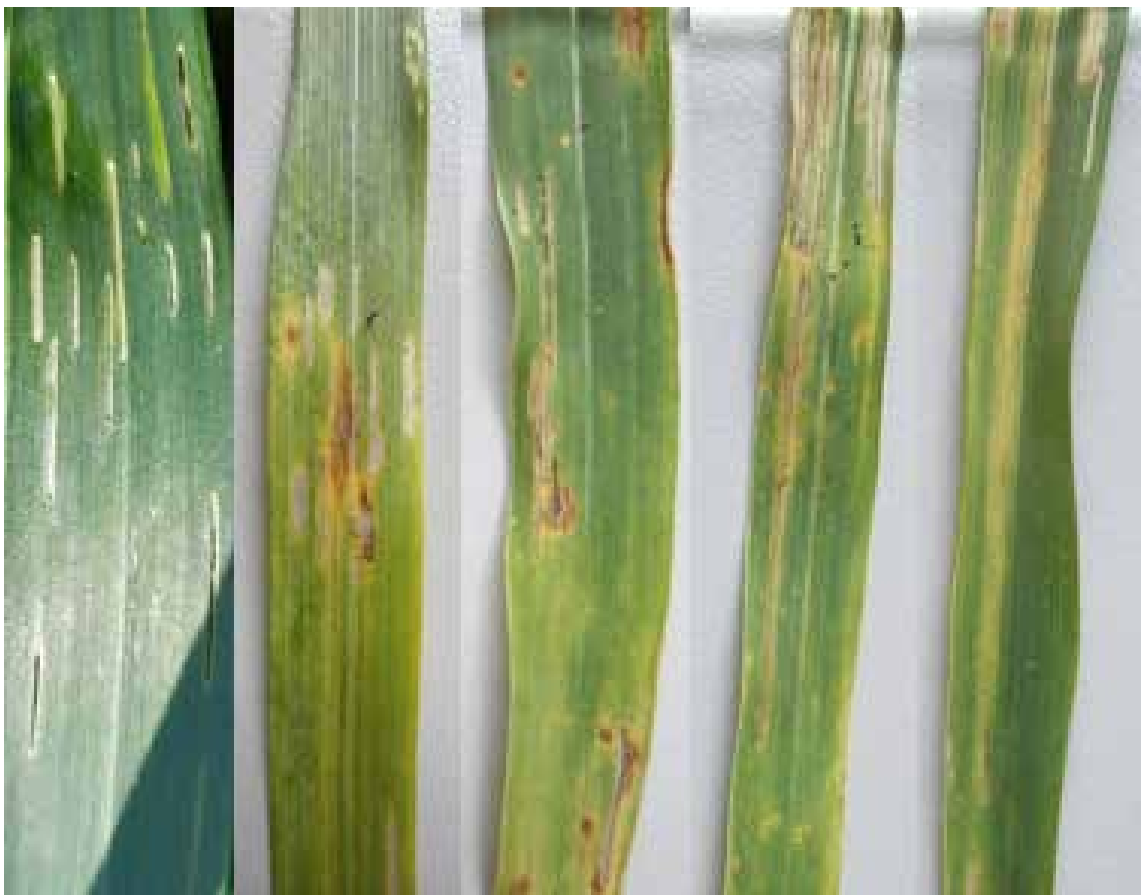


Ryc. 7. Objawy porażenia *P. ananatis* na liściach kukurydzy obserwowane po testach patogeniczności (Krawczyk i in. 2010)

Pantoea ananatis na pszenicy



Ryc. 8. Objawy porażenia *P. ananatis* na liściach pszenicy (Krawczyk i in. 2020)



Ryc. 9. Objawy porażenia *P. ananatis* obserwowane po testach patogeniczności (Krawczyk i in. 2020)

***Kosakonia cowanii* na soi**



Ryc. 10. Objawy porażenia *K. cowanii* na liściach soi (Krawczyk i Borodynko-Filas 2020)

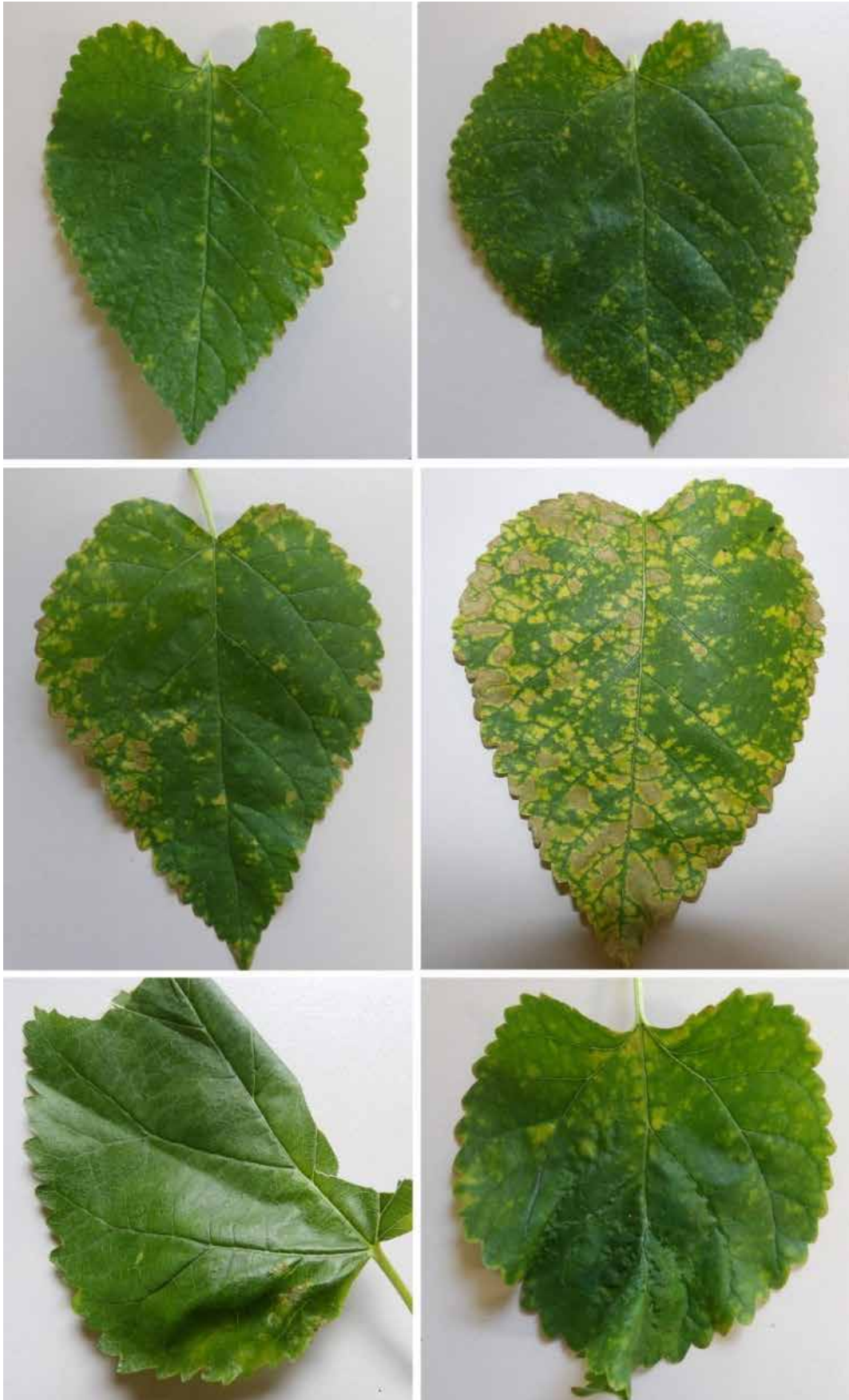


Ryc. 11. Objawy porażenia *K. cowanii* obserwowane na liściach soi po testach patogeniczności (Krawczyk i Borodynko-Filas 2020)

***Pseudomonas syringae* pv. *syringae* na morwie**



Ryc. 12. Objawy porażenia *P. syringae* pv. *syringae* obserwowane na liściach morwy (Krawczyk i Łochyńska 2020)



Ryc. 13. Objawy porażenia *P. syringae* pv. *syringae* obserwowane na liściach morwy po testach patogeniczności (Krawczyk i Łochyńska 2020)

***Pantoea agglomerans* na kukurydzy**



Ryc. 14. Objawy porażenia *P. agglomerans* obserwowane na liściach kukurydzy (fot. K. Krawczyk)

***Enterobacter cloacae* subsp. *dissolvens* na kukurydzy**



Ryc. 15. Objawy porażenia *E. cloacae* subsp. *dissolvens* obserwowane na liściach kukurydzy (fot. K. Krawczyk)

***Candidatus Phytoplasma asteris*, grupa 16S rRNA I-C, na pomidorze**



Ryc. 16. Roślina pomidora porażona *Candidatus Phytoplasma asteris* 16S rRNA I-C (Krawczyk i in. 2010)

***Agrobacterium tumefaciens* na pomidorze**



Ryc. 17. Objawy porażenia *A. tumefaciens* na roślinach pomidora (fot. J. Kamasa)

***Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* na pomidorze**



Ryc. 18. Objawy infekcji *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* na pomidorze: A – „ptasie oczka” na owocach; B – przebarwienia wiązek w łodydze; C – nekrozy na liściach (fot. J. Kamasa)

***Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* na ziemniaku**



Ryc. 19. Objawy porażenia *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* na ziemniaku: A – porażony liść ziemniaka, B – objawy bakteriozy pierścieniowej na ziemniaku, C – objawy bakteriozy na bulwie (fot. A. Maćkowiak-Sochacka)

***Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *oorti* na tulipanie**



Ryc. 20. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *oorti* na tulipanie. Objawy chorobowe na liściach oraz łodydze (z lewej) i cebula porażonego tulipana (z prawej) (fot. J. Kamasa)

Xanthomonas hortorum pv. *pelargonii* na pelargonii



Ryc. 21. Liść pelargonii z objawami porażenia wywołanymi przez *Xanthomonas hortorum* pv. *pelargonii* (fot. J. Kamasa)

Na podstawie doniesień w publikacjach naukowych wytypowano dziesięć gatunków bakterii powodujących największe straty w rolnictwie. Należą do nich:

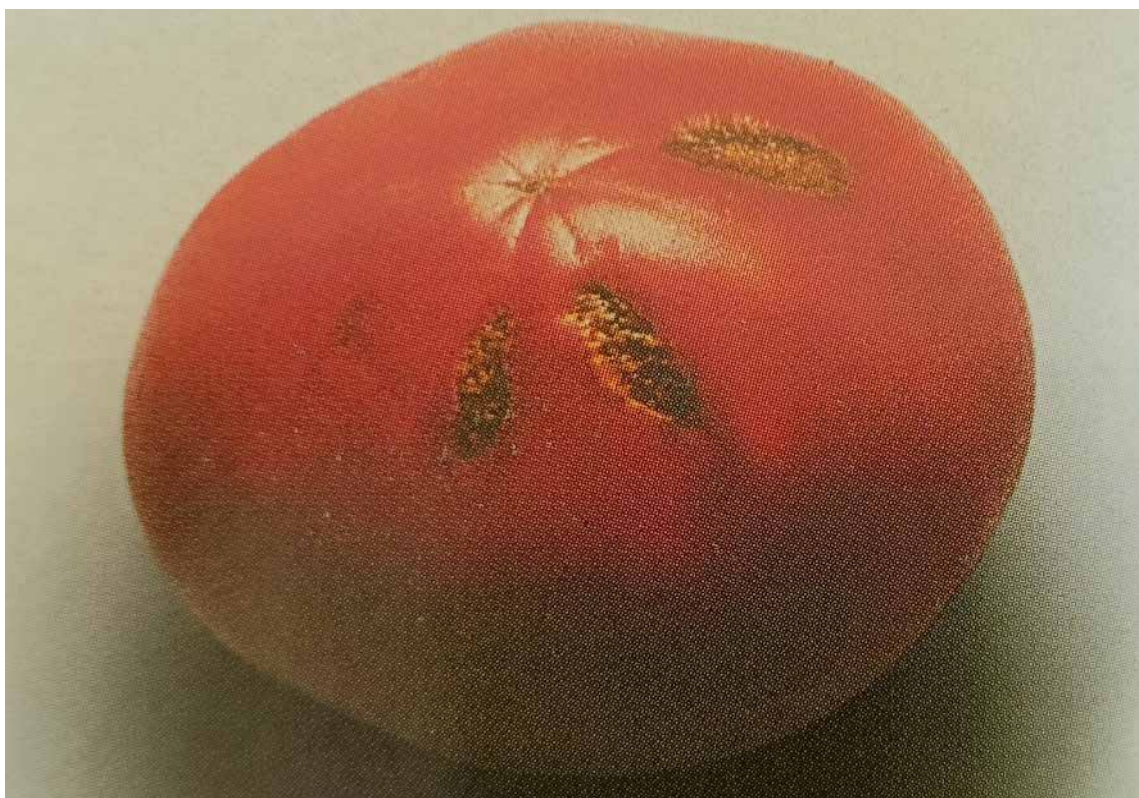
- *Pseudomonas syringae* – wszystkie patowary;
- *Ralstonia solanacearum*;
- *Agrobacterium tumefaciens*;
- *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*;
- *Xanthomonas campestris* – wszystkie patowary;
- *Xanthomonas axonopodis* – wszystkie patowary;
- *Erwinia amylovora*;
- *Xylella fastidiosa*;
- *Dickeya dadantii* i *solani*;
- *Pectobacterium carotovorum* i *atrosepticum*.

Przykłady podobnie wyglądających objawów chorobowych na roślinach powstałe w wyniku działania znacząco różnych czynników chorobowych

Nekrozy na owocach pomidora spowodowane różnymi czynnikami



Ryc. 22. Zaraza ziemniaka (*Phytophthora infestans*) na pomidorach (źródło: <https://royalbrinkman.pl/bank-wiedzy/dezynfekcja-i-ochrona/choroby-pomidora-szklarniowego#plamy-owoce>)



Ryc. 23. Nekrozy na owocach pomidora spowodowane brakiem wapnia (Wysocka-Owczarek 2004)

Przebarwienie owoców spowodowane różnymi czynnikami



Ryc. 24. Objawy szarej pleśni (sprawca *Botrytis cinerea*) na owocach pomidora (źródło: <https://royalbrinkman.pl/bank-wiedzy/dezynfekcja-i-ochrona/choroby-pomidora-szklarniowego#plamy-owoce>)



Ryc. 25. Nieprawidłowe wybarwienie owoców – żółte, twarde plamy na powierzchni owocu przy utrzymującej się wysokiej temperaturze powietrza powyżej 30°C (Wysocka-Owczarek 2004)



Ryc. 26. Objawy porażenia wirusem mozaiki Pepino na owocach pomidora (fot. B. Hasiów-Jaroszewska)

Nekrozy na liściach pomidora spowodowane różnymi czynnikami



Ryc. 27. Bakteryjna cętkowość pomidora (*Pseudomonas syringae*) (źródło: <https://fajnyogrod.pl/pielęgnacja-roślin/choroby/bakteryjna-cetkowatosc-zaatakowala-pomidory-co-zrobic-jak-zapobiec-chorobie/>)



Ryc. 28. Objawy porażenia wirusem mozaiki Pepino (fot. B. Hasiów-Jaroszewska)

Niespecyficzne nekrozy na liściach pomidora



Ryc. 29. Objawy septoriozy (*Septoria* sp.) na liściach pomidora (źródło: <https://domekiogrodek.pl/atakuje-liscie-i-owoce-pomidorow-zabojcza-choroba-jest-bezlitosna-ks-am-280723>)



Ryc. 30. Przebarwienia liści spowodowane fitotoksycznością preparatów po opryskach dolistnych (Wysocka-Owczarek 2004)



Ryc. 31. Zasychanie brzegów liści wywołane niedoborem potasu (Wysocka-Owczarek 2004)

SZCZEPIONKI BAKTERYJNE STOSOWANE W ROLNICTWIE. BAKTERIE PROMUJĄCE WZROST ROŚLIN

Czym są biopreparaty?

Biopreparaty to substancje zawierające żywe organizmy lub odpowiednio przygotowane produkty ich metabolizmu, wykorzystywane do poprawy jakości gleby, plonów roślin lub ochrony przed chorobami i szkodnikami. Biopreparaty wykorzystywane są zarówno w rolnictwie, jak i ogrodnictwie (Kuźniar i in. 2021).

Rodzaje biopreparatów

Istnieje wiele różnych rodzajów biopreparatów opracowanych w zależności od przyjętych kryteriów podziału.

Ze względu na skład wyróżnia się biopreparaty:

(1) grzybowe, (2) bakteryjne, (3) bakteryjno/grzybowo-enzymatyczne, (4) bakteryjno-grzybowe i enzymatyczne (Toader et al. 2020).

Ze względu na ilość mikroorganizmów wyróżnia się biopreparaty:

(1) jednoskładnikowe – zawierające pojedyncze szczepy mikroorganizmów,
(2) wieloszczepowe – zawierające kilka szczepów mikroorganizmów o zróżnicowanych właściwościach i (najczęściej) szerokim spektrum działania.

Istnieje również podział biopreparatów pod kątem zawartości związków organicznych aktywnych biologicznie oraz mikro- i makroelementów.

Ze względu na pełnione funkcje wyróżnia się następujące grupy biopreparatów:

(1) biopestycydy, (2) biostymulatory, (3) bionawozy, (4) preparaty mikrobiologiczne.

Biopestycydy

- Zawierają żywe drobnoustroje (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Beauveria*, *Coniothyrium*, *Trichoderma*);
- Zawierają produkty metabolizmu (enzymy, toksyny, peptydy itp.);
- Wśród nich wyróżniamy: bioinsektycydy, biofungicydy, bioherbicydy, biobakteriocydy i bionematocydy.

Biostymulatory

- Charakteryzuje je zdolność stymulacji wzrostu roślin nawet przy stosowaniu w niewielkich ilościach (syn. biostymulanty);

- Najpowszechniej stosowane są substancje humusowe, które powstają na skutek chemicznego i biologicznego rozkładu materii organicznej;
- Przyczyniają się do wzrostu rozpuszczalności składników odżywczych w glebie.

Bionawozy

- Utrzymują lub zwiększają plonowanie przy zapewnieniu stabilności środowiska;
- Zawierają wyselekcjonowane żywe mikroorganizmy o szerokim spektrum działania;
- Działają poprzez:
 - syntezę regulatorów wzrostu,
 - biokontrolę fitopatogenów,
 - indukcję odporności podczas występowania warunków stresowych dla roślin,
 - poprawę przyswajalności trudno dostępnych pierwiastków (solubilizacja fosforu, potasu i cynku).

Preparaty mikrobiologiczne

Do tej grupy biopreparatów należą **szczepionki bakteryjne** lub **grzybowe** mające ściśle ukierunkowane działanie i zapewniające dedykowanej roślinie najlepszy wzrost i rozwój.

Przykłady preparatów mikrobiologicznych:

- szczepionki zawierające bakterie wiążące azot atmosferyczny w symbiozie z korzeniami roślin bobowatych (motylkowatych),
- szczepionki stosowane w leśnictwie do mykoryzacji sadzonek w szkółkach drzew,
- szczepionki opracowane na bazie różnych gatunków grzyba z rodzaju *Trichoderma* sp., które przyczyniają się do ochrony roślin poprzez produkcję antybiotyków i enzymów degradujących ściany komórkowe patogenów.

Wśród preparatów mikrobiologicznych można wyróżnić cztery podgrupy:

1. Preparaty wiążące azot z powietrza i odzyskujące zablokowany fosfor.

Są to biopreparaty oparte o:

- bakterie symbiotyczne z grupy *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mezorhizobium*, *Rhizobium* i *Sinorhizobium* – tymi preparatami szczepi się nasiona roślin motylkowych. Charakteryzują się wysoką specyficznością; są zdolne wiązać nawet ponad 200 kg azotu;
- bakterie wolnożyjące najczęściej z rodzajów *Azomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum* lub *Bejerinckia*. Ilość związanego przez te bakterie azotu zależy od szczepu obecnego w preparacie, temperatury, stopnia uwilgotnienia i napowietrzenia oraz pH gleby. Bakterie wiążą od 20 do 40 kg azotu – w warunkach kontrolowanych, a czasami nawet 100 kg;
- bakterie endofityczne zasiedlają różne części roślin – korzenie, liście, łodygi. Niektóre szczepy zasiedlają wyłącznie nadziemne, a niektóre wyłącznie podziemne części

roślin. Większe możliwości wiązania azotu mają bakterie, które potrafią zasiedlać zarówno różne części roślin, jak i glebę.

2. Preparaty zapobiegające chorobom grzybowym i zwalczające je.

Mikroorganizmy zawarte w tych preparatach działają na różne sposoby:

- pasożytują na strzępkach i zarodnikach grzybów chorobotwórczych, np. *Coniothyrium minitans*;
- zasiedlają i kolonizują tkanki na zewnątrz i wewnątrz rośliny, zamykając tym samym drogę do zasiedlenia rośliny przez organizmy chorobotwórcze i działając jak chemiczne preparaty kontaktowe;
- wydzielają substancje, które hamują rozwój patogenów lub nawet je zabijają, wykazując tym samym działanie lecznicze.

3. Preparaty blokujące rozwój szkodników i zabijające je:

- najczęściej oparte na *Bacillus thuringiensis*. W obrębie tego gatunku istnieje wiele szczepów wytwarzających toksyny zabijające różne gatunki owadów;
- toksyny produkowane przez *B. thuringiensis* wykazują specyficzność względem poszczególnych gatunków owadów, dlatego szczep, którego toksyna jest zabójcza dla np. omacnicy prosowianki nie jest skuteczny w zwalczaniu stonki kukurydzianej. Występuje tu silna „specjalizacja”;
- preparaty tego typu trzeba stosować z odpowiednim wyprzedzeniem, aby bakterie zdążyły się namnożyć przed ewentualnym nalotem szkodnika.

4. Preparaty przyspieszające rozkład substancji organicznych:

- zawierają wyselekcjonowane bakterie związane na nośnikach mineralnych;
- rozkładają materię organiczną w procesach tlenowych, co hamuje rozwój organizmów beztlenowych;
- zwiększają dostępność składników pokarmowych pochodzących z rozkładu materii organicznej, przyspieszając jej rozkład;
- jeżeli mikroorganizmy są dobrze dobrane i ich dawka w wieloleciu nie jest przekroczona, wpływają na wzrost zawartości próchnicy w glebie;
- należy stosować umiejętnie, regulując dawki oraz zachowując przerwy w stosowaniu. Nie wolno ich przedawkować;
- nie powinny być stosowane, gdy pH gleby wynosi poniżej 6,0 (gleby bardzo lekkie pH 5,8);
- na glebach bardzo ciężkich powodują efekt rozpulchnienia gleby, gdy stosowane są łącznie z wapnowaniem.

Uzyskanie efektu wzrostu plonów po zastosowaniu biopreparatów zależy od wielu czynników. Należą do nich:

1. Typ biopreparatu:

Na przykład:

- bionawozy – powodują poprawę żyzności gleby, ich działanie zależy od ich składu i sposobu aplikacji;
- biopestycydy – ochrona roślin przed szkodnikami, chorobami i chwastami, ich działanie zależy od ich skuteczności w zwalczaniu danego patogenu lub szkodnika.

Ważne jest ogólne przeznaczenie biopreparatu. Na przykład szczepionka bakteryjna (preparat mikrobiologiczny) to nie to samo, co bionawóz, pomimo że oba są biopreparatami.

2. Rodzaj mikroorganizmów wykorzystanych w preparacie:

- bakterie, grzyby, nicienie, pierwotniaki czy wirusy – każdy rodzaj mikroorganizmów ma inne właściwości i efektywność działania;
- skuteczność zależy od tego, jakie organizmy są obecne w preparacie i czy są one odpowiednie do konkretnego zastosowania w danej uprawie.

3. Warunki środowiskowe:

- muszą być korzystne dla rozwoju mikroorganizmów; odpowiednia temperatura, wilgotność i pH gleby;
- należy dobrać biopreparat do konkretnych warunków środowiskowych.

4. Stan gleby:

- zdrowa gleba z odpowiednią mikroflorą sprzyja lepszemu przyjęciu i funkcjonowaniu biopreparatów;
- biopreparaty są najbardziej skuteczne w glebach żyznych, o dobrej strukturze, bogatej w materię organiczną;
- choroby glebowe lub ubytki składników odżywczych mogą ograniczać ich skuteczność.

5. Stan zdrowia roślin:

- biopreparaty mogą być skuteczne w ochronie roślin przed chorobami i szkodnikami, ale tylko wtedy, gdy rośliny są zdrowe i dobrze odżywione;
- zdrowe rośliny są bardziej odporne na choroby, dlatego skuteczność biopreparatów może być większa.

6. Dawkowanie i aplikacja:

- prawidłowe dawkowanie biopreparatu i odpowiednia metoda aplikacji są kluczowe;
- niedobór lub nadmiar preparatu może mieć negatywny wpływ na jego skuteczność;
- ważne jest, aby biopreparaty stosować regularnie, zgodnie z zaleceniami producenta;
- to obejmuje odpowiednie dawki, terminy aplikacji i metody aplikacji, takie jak opryskiwanie czy aplikacja do gleby.

7. Zastosowanie w odpowiednim czasie:

- skuteczność biopreparatów zależy od momentu ich zastosowania w cyklu rozwojowym roślin;
- odpowiedni termin aplikacji może zwiększyć szanse na efektywne zwalczanie szkodników czy patogenów;
- potrzebny jest odpowiednio długi czas na namnożenie bakterii.

8. Zastosowanie biopreparatów w połączeniu z innymi praktykami rolniczymi:

- integracja biopreparatów z innymi praktykami rolniczymi (rotacją upraw, płodozmianem, nawozami naturalnymi);
- stosowanie naturalnych nawozów albo uprawa roślin odpornych może znacznie zwiększyć skuteczność walki z chorobami i szkodnikami.

9. Selekcja odpowiednich gatunków roślin:

- niektóre biopreparaty mogą być bardziej skuteczne w odniesieniu do określonych gatunków roślin;
- dobór preparatu odpowiedniego dla konkretnego rodzaju uprawy ma istotne znaczenie.

Najważniejszymi czynnikami, które wpływają na wydajność działania biopreparatów w rolnictwie są:

1. Gatunek rośliny – różne rośliny lub ich odmiany mogą reagować inaczej na ten sam biopreparat, dlatego istotne jest dostosowanie rodzaju preparatu do konkretnej rośliny lub grupy roślin. Na przykład odmiany pszenicy, które są bardziej odporne na choroby, mogą lepiej reagować na zastosowane biopestycydy.

2. Zanieczyszczenia chemiczne – obecność środków chemicznych w glebie lub wodzie może wpływać na skuteczność biopreparatów. Niektóre substancje mogą zabijać lub osłabiać korzystne mikroorganizmy.

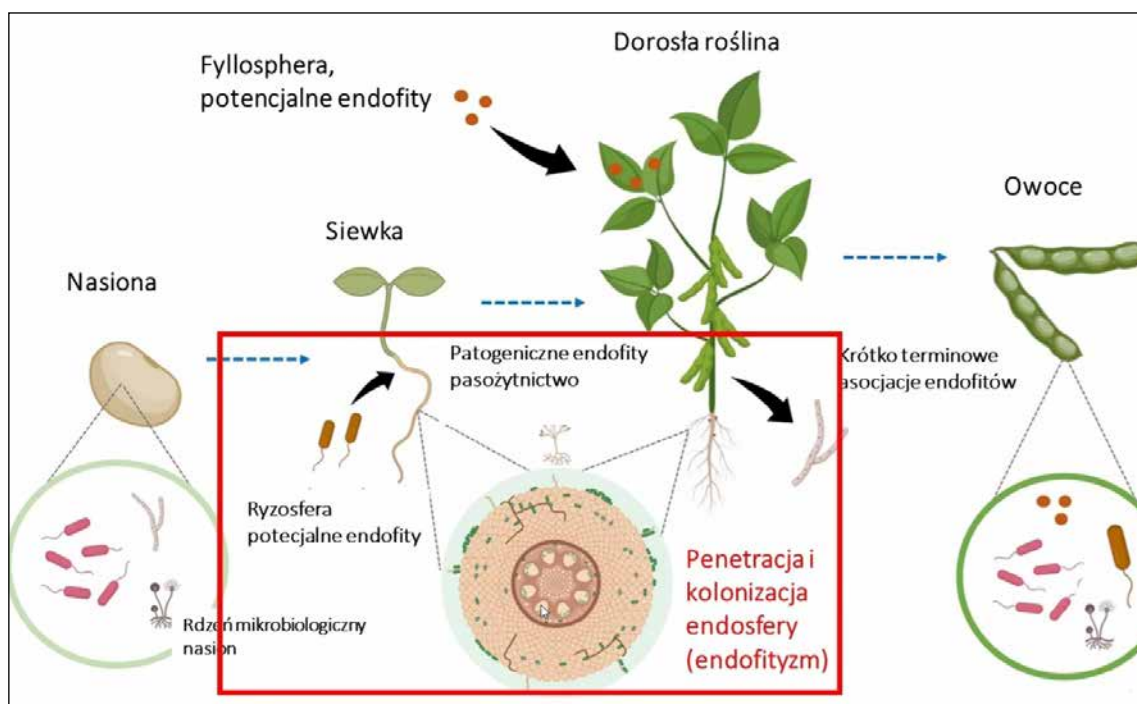
3. System zarządzania hodowlą roślin:

- rotacja upraw, płodozmian, stosowanie nawozów organicznych syntetycznych i naturalnych, odmiany odporne;
- warunki glebowo-klimatyczne: odpowiednia temperatura, wilgotność i pH gleby.

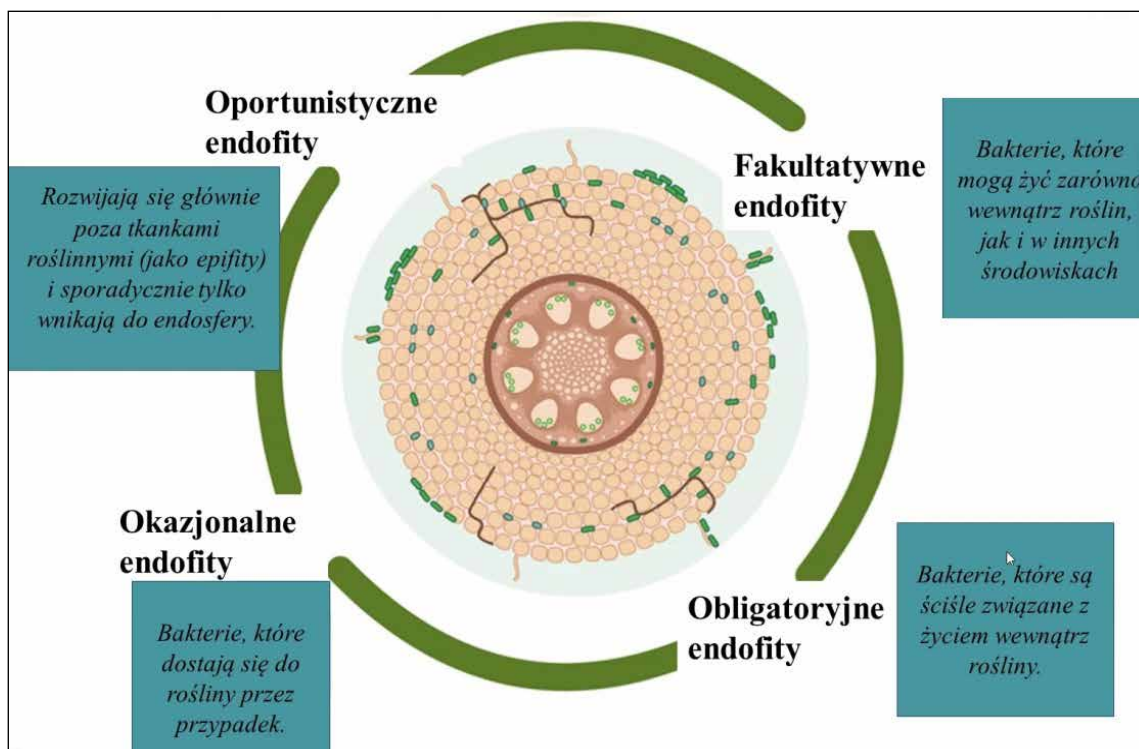
Bakterie promujące wzrost roślin

Bakterie promujące wzrost roślin, również te wykorzystywane w biopreparatach, wnika-
ją do roślin takimi samymi drogami oraz w taki sam sposób kolonizują tkankę roślin-
ny gospodarza, jak bakterie patogeniczne. Różnica między nimi a bakteriami patoge-
nicznymi polega na tym, że ewolucyjnie przystosowały się one do współzystowania
z rośliną bez wywoływania objawów chorobowych. Dlatego z punktu widzenia wielko-
ści plonów bakterie oddziałują na rośliny uprawne zarówno w sposób korzystny, jak
i niekorzystny.

Bakterie towarzyszą roślinom uprawnym przez cały cykl rozwojowy (ryc. 32).



Ryc. 32. Schemat ilustrujący powiązania roślin z bakteriami (źródło: Inicjatywa microBIOME AGRO LIVING LAB. 19.02.2024. Wykład gościnny pt. „Potencjał agrobiotechnologiczny mikroorganizmów endofitycznych” dr Agnieszka Kuźniar, Katolicki Uniwersytet Lubelski im. Jana Pawła II w Lublinie)



Ryc. 33. Zróżnicowanie endofitów bakteryjnych kolonizujących tkanki roślin (źródło: Inicjatywa microBIOME AGRO LIVING LAB. 19.02.2024. Wykład gościnny pt. „Potencjał agrobiotechnologiczny mikroorganizmów endofitycznych” dr Agnieszka Kuźniar, Katolicki Uniwersytet Lubelski im. Jana Pawła II w Lublinie)

Interakcje bakterii z gospodarzem obejmują wszystkie formy koegzystencji, od okazjonalnych po obligatoryjne (ryc. 33). Wśród bakterii kolonizujących bezobjawowo wnętrza roślin – tzw. **endofitów**, wyróżniamy:

- endofity **okazjonalne** – bakterie, które dostają się do wnętrza rośliny przez przypadek,
- endofity **oportunistyczne** – które rozwijają się głównie poza tkankami roślinnymi (jako epifity) i sporadycznie tylko wnikają do endosfery,
- endofity **fakultatywne** – tj. bakterie mogące żyć zarówno wewnątrz roślin, jak i w innych środowiskach,
- endofity **obligatoryjne** – które są ściśle związane z wnętrzem rośliny.

PODSUMOWANIE

Aby uzyskać zadowalające efekty ze stosowania biopreparatów, należy przestrzegać podstawowych zaleceń:

- należy wybrać odpowiedni biopreparat do danego gatunku rośliny uprawnej i występujących w jej uprawie problemów;
- stosować biopreparaty w odpowiednim terminie, zgodnie z instrukcją producenta;
- stosować biopreparaty w warunkach odpowiednich dla mikroorganizmów w nich zawartych.

LITERATURA

- Krawczyk K., Kamasa J., Zwolińska A., Pospieszny H. 2010a. First report of *Pantoea ananatis* associated with leaf spot disease of maize in Poland. *Journal of Plant Pathology* 92: 807–811.
- Krawczyk K., Pospieszny H., Kamasa J. 2010b. Identification of new members of *Candidatus* phytoplasma asteris affecting tomato plants in Poland. *Journal of Phytopathology* 158: 496–502.
- Krawczyk K., Borodynko-Filas N. 2020. *Kosakonia cowanii* as the new bacterial pathogen affecting soybean (*Glycine max* Willd.). *European Journal of Plant Pathology* 157: 173–183.
- Krawczyk K., Łochyńska M. 2020. Identification and characterization of *Pseudomonas syringae* pv. *mori* affecting white mulberry (*Morus alba*) in Poland. *European Journal of Plant Pathology* 158: 281–291.
- Krawczyk K., Wielkopalan B., Obrępańska-Stęplowska A. 2020. *Pantoea ananatis*, a new bacterial pathogen affecting wheat plants (*Triticum* L.) in Poland. *Pathogens* 9: 1079.
- Kuźniar A., Włodarczyk K., Gromadzka P., Siara A., Wolińska A. 2021. Aktualny stan wiedzy na temat biopreparatów stosowanych w rolnictwie. Wydawnictwo KUL, Lublin.
- Toader G. et al. 2020. Economic advantages of using bacterial biopreparations in agricultural crops. *Agrarian Economy and Rural Development – Realities and Perspectives for Romania* 11: 230–237.
- Wysocka-Owczarek M. 2004. Zaburzenia wzrostu i rozwoju pomidora. Wydawnictwo Plantpress, Kraków, 172 ss.

dr hab. inż. Paweł K. Bereś, prof. IOR – PIB

**Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy,
Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie**

INTEGROWANA OCHRONA KUKURYDZY ZWYCZAJNEJ I CUKROWEJ

Na świecie uprawiane są różne podgatunki kukurydzy. W Polsce największe znaczenie mają dwa: kukurydza pastewna, zwana końskim zębem (*Zea mays* ssp. *indentata*), oraz kukurydza szklista (*Zea mays* ssp. *indurata*). Od 2012 roku powierzchnia uprawy obu podgatunków przekracza milion hektarów, co stawia kukurydzę na drugim miejscu po pszenicy pod kątem wielkości zasiewów. W 2023 roku łączny areal zasiewów kukurydzy pastewnej i szklistej wynosił rekordowe nieco ponad 1,8 mln ha. Oba te podgatunki określa się często wspólnym mianem kukurydzy zwyczajnej, a także pastewnej, paszowej lub zwykłej. Trzeba podkreślić, że kukurydza pastewna i szklista należą do grupy roślin rolniczych. Jest to istotne, ponieważ trzeci – coraz popularniejszy – podgatunek kukurydzy uprawianej w Polsce stanowi kukurydza cukrowa, zwana słodką (*Zea mays* ssp. *saccharata*). Jest to roślina warzywna, której powierzchnia zasiewów wynosi już nieco ponad 14 tys. ha i wykazuje tendencję wzrostową. Na marginalną skalę uprawia się kukurydzę pękającą (*Zea mays* ssp. *everta*), na popcorn.

Podział kukurydzy na podgatunki jest bardzo ważny pod kątem wdrażanej integrowanej ochrony roślin, ponieważ występują pomiędzy nimi duże różnice w doborze środków ochrony roślin. Środki, które są zalecane do ochrony kukurydzy „rolniczej”, nie powinny być stosowane na kukurydzę „warzywną”, jeżeli w etykiecie nie ma takiej informacji. Jest to szczególnie ważne w odniesieniu do herbicydów, które mogą uszkodzić, a czasami nawet zniszczyć zasiewy kukurydzy cukrowej i kukurydzy pękającej, bowiem podgatunki te mają inny stopień metabolizowania zastosowanych herbicydów niż kukurydza „rolnicza”. Poza tym trzeba zawsze pamiętać, że kukurydza cukrowa to głównie towar przeznaczony na świeży rynek bądź na konserwy i mrożonki, dlatego bardzo istotne jest dbanie o to, aby pozostałości pestycydów w surowcu nie przekraczały dopuszczalnych norm, w tym także środków zakazanych w krajach, do których polski surowiec trafia w drodze eksportu.

W związku z tym, że lista preparatów do ochrony kukurydzy jest bardzo zmienna, przed użyciem danego środka należy zawsze zweryfikować jego obecność w Rejestrze Środków Ochrony Roślin prowadzonym przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Bezwzględnie trzeba korzystać z aktualizowanych na bieżąco programów ochrony kukurydzy, ponieważ niektóre substancje czynne są włączane do ochrony kukurydzy, a inne są wykreślane.

Podobna sytuacja dotyczy niektórych biopreparatów – część z nich podlega urzędowej rejestracji (z mikroorganizmami), a inne nie są objęte takim nadzorem (zawierające makroorganizmy).

1. CHWASTY W UPRAWIE KUKURYDZY

Chwasty stanowią aktualnie największe zagrożenie dla ciepłolubnych roślin kukurydzy. Jako organizmy lepiej dostosowane do środowiska stanowią naturalną konkurencję dla rośliny uprawnej o stanowisko, wodę, składniki pokarmowe oraz światło. Na plantacjach kukurydzy w kraju notuje się obecność ponad 100 gatunków chwastów, przy czym około 40 z nich jest powszechnie spotykana. O tym, z jakimi gatunkami plantator będzie miał do czynienia decyduje tzw. glebowy bank nasion, w dużej mierze zależny od systemu uprawy kukurydzy, długości trwania monokultury, zastosowanych uproszczeń w uprawie gleby, wdrożonych przedplonów, a także warunków środowiska, np. typu gleby, jej pH, zasobności w wodę czy żyzności. Ponadto coraz poważniejszy problem stanowi zjawisko uodparniania się niektórych gatunków chwastów na stosowane substancje czynne herbicydów.

Do najczęściej spotykanych gatunków chwastów, zarówno w kukurydzy zwyczajnej, jak i cukrowej, zalicza się: bodziszka drobnego, bylicę pospolitą, chabra bławatka, chwastnicę jednostronną, dymnicę pospolitą, fiołka polnego, fiołka trójbarwnego, gorczycę polną, gwiazdnicę pospolitą, iglicę pospolitą, jasnoty, komosę białą, krzywoszyj polny, łobodę rozłożystą, maki, maruny, ostrożeń polny, perz właściwy, powój polny, poziwnik szorstki, przetaczniki, przytulię czepną, psiankę czarną, rdesty, rumiany, rzodkiew świrzepę, stulicę psią, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, włośnice i żóltlicę drobnokwiatową (tabela 1). Pojawiają się także nowe zagrożenia, np. zaślaz pospolity mogący dorastać do 2,5 metra wysokości. Co ciekawe, czasami sama kukurydza może stać się rośliną niepożądaną na stanowisku. Taka sytuacja pojawiała się lokalnie, gdy wskutek bardzo łagodnych zim ziarniaki z kolb opadłych na glebę nie przemarzły, tylko wiosną zaczęły kiełkować i tym samym wymagały zwalczania w uprawie następcej. To rzadkie sytuacje, ale pokazujące, jak zmiany pogodowe wpływają na organizmy żywe.

Tabela 1. Charakterystyka chwastów najczęściej występujących w uprawie kukurydzy

Gatunek chwastu	Zagrożenia i krótka charakterystyka
Bodziszek drobný (<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.)	groźny podczas masowego występowania w trakcie wschodów kukurydzy, do trzech pokoleń w czasie wegetacji. Preferuje wilgotne gleby próchniczne bogate w wapno
Bylica pospolita (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	gatunek wieloletni azotolubny, konkurencyjny ze względu na osiąganą wysokość (do 2,0 m). Preferuje gleby żyzne

Tabela 1. Charakterystyka chwastów najczęściej występujących w uprawie kukurydzy – cd.

Gatunek chwastu	Zagrożenia i krótka charakterystyka
Chaber bławatek (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	gatunek szybko rosnący, o dużym potencjale konkurencyjnym – pobiera wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniający. W kukurydzy występuje rzadko, ale jeżeli – to na ogół masowo. Pod względem gleby niewymagający
Chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.)	ciepłolubna, masowo występuje zwłaszcza na polach nawożonych obornikiem. Lubi gleby żyzne, bogate w azot i wapń, bardzo konkurencyjna
Dymnica pospolita (<i>Fumaria officinalis</i> L.)	groźna podczas masowego występowania w trakcie wschodów kukurydzy. Preferuje gleby wilgotne, próchniczne, przewietrzone, zasobne w azot i wapno
Farbownik polny (<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.)	silnie rozrasta się gniazdowo, niebezpieczny nawet w uprawach sianych w tak szerokich międzyrzędziach jak kukurydza. Groźniejszy na glebach lekkich, preferuje odczyn kwaśny (dawna nazwa krzywoszyj polny)
Fiołek polny (<i>Viola arvensis</i> Murray)	mylony z fiołkiem trójbarwnym, mimo masowego występowania gatunek mało konkurencyjny dla kukurydzy, niewymagający pod względem gleb
Gorzycza polna (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	szybko rosnąca, o dużym potencjale konkurencyjnym – pobiera wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniająca w początkowej fazie wzrostu kukurydzy. Lubi gleby żyzne, wskaźnik gleb gliniastych
Gwiazdnica pospolita (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	gatunek mało konkurencyjny dla kukurydzy
Iglica pospolita (<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.)	groźna podczas masowego występowania w trakcie wschodów kukurydzy. Preferuje gleby piaszczyste i gliniaste, lekko zakwaszone. Jest to gatunek azotolubny
Jasnota purpurowa (<i>Lamium purpureum</i> L.)	gatunek mało konkurencyjny dla kukurydzy
Jasnota różowa (<i>Lamium amplexicaule</i> L.)	gatunek mało konkurencyjny dla kukurydzy
Komosa biała (<i>Chenopodium album</i> L.)	szybko rosnąca, o dużym potencjale konkurencyjnym – pobierająca wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniająca. Lubi gleby przewietrzone, nawożone obornikiem, żyzne, bogate w azot i potas
Łoboda rozłożysta (<i>Atriplex patula</i> L.)	szybko rosnąca, o dużym potencjale konkurencyjnym – pobiera wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniająca. Wymagania zbliżone do komosy
Mak polny (<i>Papaver rhoeas</i> L.)	gatunek mało konkurencyjny dla kukurydzy, podobnie jak mak piaskowy i wątpliwy
Maruna nadmorska bezwonna (<i>Matricaria maritima</i> L. ssp. <i>indora</i>)	szybko rosnąca, o dużym potencjale konkurencyjnym – pobiera wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniająca. Występuje na różnych typach gleb

Tabela 1. Charakterystyka chwastów najczęściej występujących w uprawie kukurydzy – cd.

Gatunek chwastu	Zagrożenia i krótka charakterystyka
Ostrożeń polny (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.)	gatunek wieloletni, konkurencyjny pod każdym względem (pokarm, światło, woda, utrudniony zbiór). Preferuje wszystkie typy gleb
Palusznik krwawy (<i>Digitaria sanguinalis</i> L.)	gatunek ciepłolubny, coraz częściej pojawiający się w kukurydzy. Należy do tzw. prosowatych, mylony z nieco niższym palusznikiem nitkowatym
Portulaka pospolita (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	roślina niskiego piętra, ciepłolubna, w okresie wschodów już mało groźna dla kukurydzy. Lubi gleby lekkie, piaszczyste, nieco podmokłe
Perz właściwy (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould)	wieloletni gatunek charakterystyczny dla stanowisk zaniedbanych oraz dla monokultur, konkurencyjny, znacznie utrudnia prawidłowy rozwój systemu korzeniowego kukurydzy. Preferuje wszystkie typy gleb, najrzadziej występuje na stanowiskach piaszczystych o niskim pH
Powój polny (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	wieloletnie światłolubne pnącze. Zacienia i utrudnia wzrost, a nawet częściowo zbiór kukurydzy. Występuje na wszystkich typach gleb
Poziewnik szorstki (<i>Galeopsis tetrahit</i> L.)	konkurencyjny ze względu na małe wymagania świetlne. W zacienionym łanie kukurydzy dobrze rośnie i pobiera azot. Preferuje gleby gliniaste i lżejsze próchniczne
Przetaczniki (<i>Veronica</i> spp.)	gatunki mało konkurencyjne dla kukurydzy
Przytulia czepna (<i>Galium aparine</i> L.)	wybitnie konkurencyjna. Azotolubna, zacieniająca oraz utrudniająca wzrost, a nawet zbiór kukurydzy. Preferuje czarnoziemy i gleby gliniaste – żyzne i wilgotne
Psianka czarna (<i>Solanum nigrum</i> L. Em. Mill.)	ciepłolubna, konkurencyjna do końca wegetacji kukurydzy, wschodzi w kilku rzutach, azotolubna. Preferuje gleby lekkie, piaszczyste, przewietrzane, słabo kwaśne
Rdestówka powojowata (<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve)	groźna podczas masowego występowania w trakcie wschodów kukurydzy. Preferuje gleby lekkie do średnio ciężkich. Dobrze znosi suszę
Rdest plamisty (<i>Polygonum persicaria</i> L.)	konkurencyjny, w zależności od stanowiska na glebach żyznych, wilgotnych i lekko kwaśnych dorasta do 1 m, na torfowych może osiągnąć wysokość zaledwie 5 cm
Rdest szczawolistny (<i>Polygonum lapathifolium</i> L. ssp. <i>Lapathifolium</i>)	dość konkurencyjny, dorasta do 1 m wysokości. Lubi gleby gliniaste, ciężkie, podmokłe. Dawna nazwa – rdest kolankowy
Rdest ptasi (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	gatunek typowo światłolubny, dla kukurydzy raczej mało konkurencyjny
Rumianek pospolity (<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rauschert)	szybko rosnący, konkurencyjny – pobiera wodę i składniki pokarmowe i w początkowej fazie wzrostu silnie zacieniający. Jest wskaźnikiem gleb gliniastych

Tabela 1. Charakterystyka chwastów najczęściej występujących w uprawie kukurydzy – cd.

Gatunek chwastu	Zagrożenia i krótka charakterystyka
Rzodkiew świrzepa (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	szybko rosnąca, o dużym potencjale konkurencyjnym – pobiera wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniająca, zwłaszcza w początkowym okresie wegetacji. Lubi gleby piaszczyste i gliniaste, lekko kwaśne
Stulicha psia (<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl)	szybko rosnąca, wyjątkowo plenna, o dużym potencjale konkurencyjnym – pobiera wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniająca. Ma małe wymagania glebowe
Szarłat szorstki (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	ciepłolubny, światłolubny, o bardzo silnym wzroście, konkurencyjny do końca wegetacji kukurydzy, wschodzi w kilku rzutach, azotolubny. Preferuje gleby lekkie, piaszczyste, próchniczne
Tasznik pospolity (<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.)	gatunek mało konkurencyjny dla kukurydzy
Tobołki polne (<i>Thlaspi arvense</i> L.)	gatunek mało konkurencyjny dla kukurydzy
Włośnica sina (<i>Setaria glauca</i> (L.) P.B.)	ciepłolubny gatunek z grupy tzw. prosowatych, często mylony z włośnicą zieloną. Gatunki groźne tylko podczas masowego występowania
Zaślaz pospolity (<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.)	nowo pojawiający się gatunek na terenach Polski, obecnie południowej. Bardzo silny wzrost, osiąga 1,5–2,5 m wysokości, konkurencyjny pod każdym względem
Żółtlica drobnokwiatowa (<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.)	ciepłolubna, wybitnie konkurencyjna w walce o wodę (bardzo silna transpiracja). W czasie sezonu wegetacyjnego potrafi wydać kilka pokoleń, wyjątkowo wrażliwa na przymrozki. Występuje na większości gleb żyznych

Źródło: Kaniuczak i Pruszyński (2007); Paradowski (2013, 2015a,b)

Ekspansji chwastów sprzyja wiele cech charakterystycznych dla uprawy kukurydzy. Należą do nich: późny i rzadki siew mieszczący się w przedziale 8–10 roślin na 1 m², szeroka rozstawa rzędów na ogół wynosząca 70 cm oraz długi termin wschodów wynikający z siewu ziarniaków na głębokość około 5 cm. Ponadto sprzyjają im opóźnione wschody, często obserwowane w warunkach chłodnego przełomu kwietnia i maja, a później spowolniony wzrost roślin, jeżeli pogoda nie ulegnie poprawie. W późniejszym okresie wegetacji typowo pionowy wzrost nierozgałęziającej się rośliny stanowi minimalną konkurencję dla chwastów, zwłaszcza przed zwieraniem się międzyrzędzi. Nawet w korzystnych warunkach przez prawie miesiąc po wysiewie powierzchnia pola pozostaje do „dyspozycji” chwastów. Jeżeli w tym okresie nastąpi ocieplenie i towarzyszące mu majowe opady, to wzrost chwastów jest niezwykle szybki. Analizy czynników towarzyszących początkowemu wzrostowi kukurydzy wskazują, że zawsze sprzyjają one intensywnemu zachwaszczeniu.



Fot. 1. Kukurydza silnie zachwaszczona włośnicą zieloną (fot. P. Bereś)



Fot. 2. Ostrożeń polny w uprawie kukurydzy (fot. P. Bereś)



Fot. 3. Silnie zachwaszczona uprawa kukurydzy – widoczne objawy niedoboru azotu (fot. P. Bereś)

Obecność chwastów na polu powoduje istotne straty plonów. Przy zaniechaniu jakiegokolwiek ochrony wzrastają one do 30%, natomiast silna konkurencja ze strony gatunków uciążliwych i ich kompensacja na stanowisku w skrajnych wypadkach może doprowadzić nawet do 70-procentowej obniżki plonów ziarna kukurydzy. W ekstremalnych sytuacjach, gdy zachwaszczenie jest połączone z oddziaływaniem choćby suszy, może dojść do niemal 100-procentowej utraty plonu. Na fotografiach 1–3 zaprezentowano plantację kukurydzy, w której pojawił się problem z zachwaszczeniem.

Ograniczanie zachwaszczenia w kukurydzy jest zatem najważniejszym zabiegiem pielęgnacyjnym w uprawie tej rośliny. Aby ograniczyć zagrożenie ze strony tej grupy agrofagów, podejmuje się ich integrowane zwalczanie z łącznym wykorzystaniem metod niechemicznych i chemicznych. Dzięki temu, że spośród wszystkich krajowych upraw polowych kukurydza jest rośliną sianą najpóźniej, możliwe jest odpowiednie przygotowanie stanowiska, jeżeli wystąpi na nim większa liczba chwastów niż na polach pod rośliny siane wcześniej. Chwasty są wówczas niszczone podczas zabiegów agrotechnicznych, głównie w trakcie orki i bronowania.

W metodzie agrotechnicznej bardzo ważne jest stosowanie zmianowania, które pozwala ograniczać zasobność glebowego banku nasion. Wykonuje się także zabiegi mechanicznie niszczące chwasty. Najlepiej rozpocząć je od płytkiej podorywki po zbiorze przedplonu,

a następnie wykonać bronowanie, aby ograniczyć parowanie wody. W miarę wschodów chwastów można stosować kultywator lub ciężkie brony. W konwencjonalnym systemie uprawy wykonuje się orkę zimową. Wiosną należy przystąpić do bronowania pola. Kolejne bronowanie lub użycie kultywatora, włóki lub agregatu uprawowego niszczy mechanicznie wschodzące chwasty. Po wschodach kukurydzy stosuje się opielacze dostosowane do międzyrzędzi roślin.

W celu zredukowania ilości substancji chemicznych wnoszonych na pole podczas zwalczania chwastów można zastosować metodę chemiczną łącznie z metodą mechaniczną. Niekiedy bowiem stosuje się zabieg doglebowy, a potem nalistny. Czasami konieczne jest wykonanie dwóch zabiegów nalistnych. Jeden z tych zabiegów może zostać wówczas wyeliminowany, dzięki jak najdłuższemu prowadzeniu zwalczania chwastów pielnikami (np. do 2–6 liści). Dopiero w ostatnim momencie, w którym można stosować herbicydy nalistne (zwykle stadium 6–9 liścia), wykonuje się jednokrotną aplikację herbicydu, zanim zejdą się ze sobą międzyrzędzia. Można także pielnikiem odchwaszczać międzyrzędzia, a za pomocą opryskiwacza aplikującego herbicyd rzędowo nanosić ciecz tylko pasowo, co znacząco ogranicza zużycie pestycydów.

Przy ochronie chemicznej stosuje się herbicydy doglebowe i nalistne. Jeżeli na etykiecie preparatu podany jest zakres dawek, to należy zweryfikować, czy najniższa dawka nie będzie wystarczająca na polu w danej sytuacji. Preparaty bezwzględnie należy dobierać do składu gatunkowego chwastów na konkretnym stanowisku. Przy stosowaniu preparatów doglebowych najlepiej, aby podłoże było wilgotne lub aby zaraz po zabiegu wystąpił deszcz, co istotnie podnosi skuteczność zabiegu i zwykle nie ma potrzeby poprawy skuteczności zwalczania chemicznego środkiem nalistnym. Z kolei podczas stosowania preparatów nalistnych rośliny powinny być suche w momencie zabiegu i najlepiej kilka godzin po nim. Stosowanie dobrych adiuwantów pozwala efektywniej korzystać z dostępnych herbicydów, co oznacza również zmniejszanie ich dawek i w rezultacie mniejszą ilość pestycydów wnoszonych do środowiska.

Lista herbicydów do odchwaszczania kukurydzy się zmienia, dlatego konieczne trzeba śledzić ją na bieżąco. Liczba substancji czynnych herbicydów pozwala jeszcze na ułożenie dobrego programu odchwaszczania w gospodarstwie. Należy jednak zaznaczyć, że uprawę kukurydzy cukrowej trudniej odchwaszczyć z uwagi na większe ryzyko fitotoksyczności. Właśnie z tego powodu bardzo ważne jest stosowanie w uprawie tego warzywa tylko tych preparatów, które w etykiecie mają zapis, że są przeznaczone dla tej rośliny.

Wśród preparatów przeznaczonych do odchwaszczania kukurydzy w 2024 roku można znaleźć zarówno produkty jednoskładnikowe, dwuskładnikowe, jak i trzyskładnikowe. W przypadku gotowych mieszanin substancji czynnych są one tworzone fabrycznie przez producenta. Liczba substancji czynnych i ich mieszanin przeznaczonych do ochrony kukurydzy „rolniczej” i cukrowej znacznie się różni (tabela 2).

Tabela 2. Wykaz substancji czynnych do ochrony kukurydzy w 2024 r.

Podgatunek kukurydzy	Substancje czynne dla kukurydzy		
	herbicydy jednoskładnikowe	herbicydy dwuskładnikowe	herbicydy trzyskładnikowe
Kukurydza pastewna, kukurydza szklista	pendimentalina; terbutyloazyna; izoksaflutol; tembotrion; florasulam; nikosulfuron; sulkotrion; cykloksydym; bentazon; petoksamid; mezotrion; s-metolachlor; pendimentalina; glifosat; 2,4-D; rimsulfuron; dikamba; pirydat; tifensulfuron metylowy; fluroksypyr	izoksaflutol + tienkarbazon metylu; izoksaflutol + terbutyloazyna; dikamba + tritosulfuron; flufenacet + terbutyloazyna; mezotrion + pirydat; 2,4-D + florasulam; foramsulfuron + tienkarbazon metylu; mezotrion + terbutyloazyna; dikamba + mezotrion; mezotrion + s-metolachlor; tembotrion + tienkarbazon metylu; dikamba + profulfuron; dikamba + nikosulfuron; nikosulfuron + rimsulfuron; sulkotrion + terbutyloazyna; chlomazon + mezotrion; dimetenamid-P + pendimentalina; foramsulfuron + jodosulfuron metylosodowy; rimsulfuron + tifensulfuron metylowy; mezotrion + nikosulfuron; s-metolachlor + terbutyloazyna; florasulam + fluroksypyr	mezotrion + nikosulfuron + rimsulfuron; mezotrion + s-metolachlor + terbutyloazyna; dikamba + nikosulfuron + rimsulfuron; izoksaflutol + mezotrion + terbutyloazyna; dikamba + mezotrion + nikosulfuron; dikamba + nikosulfuron + prosulfuron; chlomazon + mezotrion + terbutyloazyna; florasulam + nikosulfuron + tiefensulfuron metylowy
Kukurydza cukrowa	bentazon; glifosat; s-metolachlor; mezotrion; tembotrion; pirydat; pendimentalina	dimetenamid-P + pendimentalina; s-metolachlor + terbutyloazyna	mezotrion + s-metolachlor + terbutyloazyna

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW – stan na dzień 15.05.2024

2. SZKODNIKI KUKURYDZY

Szkodniki to po chwastach jedna z najgroźniejszych grup agrofagów kukurydzy. Towarzyszą one tej roślinie od początku jej komercyjnej uprawy na ziemiach polskich,

tj. od lat 50. XX wieku. W tym okresie prof. Czesław Kania z Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu zidentyfikował aż 32 gatunki szkodliwe, wśród których największe znaczenie miały: ploniarka zbożówka, omacnica prosowianka, mszyce, drutowce oraz wciornastki.

Jak podają najnowsze badania Instytutu Ochrony Roślin – PIB, w przeciągu niemal 70 lat komercyjnej uprawy kukurydzy w Polsce liczba gatunków fitofagów (roślinożerców) wzrosła do niemal 100. Wśród nich dominują przedstawiciele gromady owadów (Insecta). Pomimo dużej liczby roślinożerców za typowe szkodniki można uznać kilkanaście gatunków, chociaż należy zaznaczyć, że w każdej chwili gatunek mało znaczący może zwiększyć swoją liczebność i szkodliwość, co zdarza się przy niestabilnej pogodzie. W ostatnich latach taka sytuacja dotyczyła na przykład wzrostu zagrożenia ze strony przędziorka chmielowca i skoczka kukurydzianego.

Szkodniki uszkadzają zarówno podziemne, jak i nadziemne części roślin. Pomimo że liczba gatunków spotykana na plantacjach kukurydzy jest duża i systematycznie rośnie, to jednak poważne straty gospodarcze powoduje tylko kilka z nich. Straty te w skali całego kraju szacowane są średnio na około 10% w uprawie kukurydzy na kiszonkę i około 20% przy uprawie na ziarno. Obok szkodliwości bezpośredniej szkodniki przyczyniają się także do powstania strat pośrednich. Polegają one na zwiększeniu podatności uszkodzonych roślin na porażenie przez sprawców chorób, które obniżają wysokość i jakość plonu; niektóre patogeny mogą skazić plon mykotoksynami.

Z uwagi na dużą szkodliwość niektórych gatunków konieczne jest ich zwalczanie. Aby przyniosło ono pożądany efekt, plantator kukurydzy musi posiadać odpowiednią wiedzę na temat biologii, objawów żerowania, szkodliwości, monitorowania obecności oraz metod zwalczania danego szkodnika.

Poniżej zaprezentowano opisy najczęściej spotykanych w zasiewach kukurydzy szkodników.

Drutowce (Elateridae)

Opis: drutowce to larwy chrząszczy z rodziny sprężykowatych osiągające do 3 cm długości. Pokryte są mocnym chitynowym pancerzykiem o żółtopomarańczowej barwie. Mają trzy pary krótkich nóg i krótkie trzyczłonowe czułki (fot. 4).

Rozwój: rozwój larwalny trwa zwykle 4–5 lat. Są to gatunki wielożerne, dlatego atakują również inne rośliny uprawne. Osobniki dorosłe składają jaja do gleby w pobliżu roślin. Wylęgłe z jaj larwy całe swoje życie spędzają w glebie, gdzie podgryzają podziemne części roślin. Przez kilka lat są stadium zimującym, po czym przepoczwarzają się w glebie, skąd następnie wylatują osobniki dorosłe.



Fot. 4. Larwa drutowca (fot. P. Beres)

Szkodliwość: drutowce występują na obszarze całej Polski i uszkadzają większość upraw, w tym kukurydzę. Ich liczebność jest szczególnie duża na zaoranych łąkach, pastwiskach, odłogach, nieużytkach, a także na zaniedbanych polach, lucerniskach i wieloletnich motylkowatych. Szkodliwość drutowców jest największa w okresie pęcznienia i kiełkowania ziarniaków oraz w czasie wschodów roślin. Początkowo wyjadają wnętrza miękkich ziarniaków i niszczą młode siewki, a następnie żerują na korzeniach, szyjkach korzeniowych oraz u podstawy łodyg. Zniszczenie ziarniaków prowadzi do powstawania pustych placów w łanie, natomiast uszkodzone rośliny więdną i stopniowo zamierają albo też przy silnym podgryzieniu przewracają się na glebę.

Rolnice (Noctuidae)

Opis: na kukurydzy spotyka się kilka gatunków rolnic, a zwłaszcza rolnicę zbożówkę, rolnicę czopówkę, rolnicę panewkę oraz rolnicę gwoździówkę. Stadium szkodliwym są gąsienice dorastające do 50 mm długości. Ich ubarwienie jest zmienne, zwykle od szarego do oliwkowego z woskowym połyskiem (fot. 5). Zaniepokojone rolnice charakterystycznie zwijają się na kształt spirali.

Rozwój: w zależności od gatunku stadium zimującym mogą być gąsienice lub poczwarki. Są to gatunki wielożerne, stąd też zasiedlają wiele roślin uprawnych i dziko rosnących. Wiosną wylatują motyle (ćmy), które w maju lub czerwcu składają jaja do gleby lub na ro-

ślinach. Wylęgłe gąsienice żerują zarówno na nadziemnych, jak i podziemnych częściach roślin. Po osiągnięciu dojrzałości wyrosnięte gąsienice przędą kokony, w których się przepoczwarczają. Na kukurydzy może pojawić się druga generacja rolnic, co ma najczęściej miejsce pod koniec lipca lub w sierpniu. Po zakończeniu żerowania gąsienice schodzą do gleby na zimowanie bądź przepoczwarczenie.

Szkodliwość: bezpośrednio na początku wegetacji, w ramach żeru uzupełniającego, rośliny kukurydzy mogą uszkadzać przebudzone po zimowaniu gąsienice. W późniejszym czasie z jaj złożonych przez motyle w maju i czerwcu wylęgają się gąsienice nowego pokolenia, które początkowo żerują w najmłodszych, jeszcze zwiniętych liściach kukurydzy, wyjadając w nich dziury, a następnie schodzą do gleby, gdzie żerują u podstawy roślin. Zjadając szyjki korzeniowe, korzenie przybyszowe i wygryzając jamy u podstawy łodyg, powodują zakłócenia w transporcie wody i substancji pokarmowych, które mogą prowadzić do zamierania roślin. Słabiej uszkodzone rośliny wolniej rosną i najczęściej nie zawiązują kolb, natomiast silnie uszkodzone łamią się u podstawy i wylęgają. Część gąsienic wylęgła z jaj złożonych na przełomie lipca i sierpnia lub w sierpniu może żerować na kolbach. Początkowo uszkadzają liście okrywowe kolb, a następnie żerują na miękkich ziarniakach, wyjadając je od czubka kolby w dół, co skutkuje stratami w plonach ziarna oraz wzrostem zagrożenia ze strony grzybów z rodzaju *Fusarium*. W odróżnieniu od omacnicy prosowianki rolnice nie wgryzają się w osadkę kolby, a w miejscu żerowania pozostawiają dużą ilość odchodów, na których rozwijają się grzyby pleśniowe. Objawy żerowania rolnic na kolbach są identyczne z żerowaniem gąsienic piętnówek oraz słonecznicy orężówki.



Fot. 5. Gąsienica rolnicy (fot. P. Beres)

Ploniarka zbożówka (*Oscinella frit* L.)

Opis gatunku: stadium szkodliwym tej muchówki są larwy dorastające do około 4 mm długości. Ciało ich jest smukłe, początkowo lśniąco białe, a następnie żółtawe, bez nóg, z jedną parą czarnych silnych haków gębowych i dwiema małymi brodawkami z tyłu ciała (fot. 6).

Rozwój: szkodnik rozwija trzy pokolenia w ciągu roku, ale kukurydzy najbardziej zagrażają larwy pierwszej generacji. Stadium zimującym tego gatunku są larwy znajdujące się w roślinach zbóż ozimych lub ich samosiewach, a także w trawach uprawnych i dziko rosnących. W kwietniu i maju następuje przepoczwarczenie i wylot muchówek, które przełatują w poszukiwaniu wiosennych gospodarzy, do których zalicza się także kukurydza. Termin najliczniejszego nalotu muchówek na plantacje i intensywnego składania jaj przypada zwykle w okresach wschodów kukurydzy oraz rozwijania od pierwszego do drugiego liścia, co najczęściej przypada albo jeszcze pod koniec kwietnia, albo w pierwszej połowie maja. Wylęgłe z jaj larwy szybko wgryzają się do wnętrza roślin, gdzie uszkadzają poszczególne tkanki. Okres żerowania larw w roślinach trwa od 3 do nawet 5 tygodni. Po osiągnięciu dojrzałości larwy przepoczwarczają się w miejscu żerowania, a następnie wylatują muchówki drugiego pokolenia (nie zagrażającego już kukurydzy).

Szkodliwość: pierwsze objawy żerowania widoczne są na roślinach rozwijających czwarty liść. Młode uszkodzone liście często są zbite, trudno się rozwierają, blaszki ulegają porzrywaniu lub pękają podłużnie, niekiedy są zdeformowane i skrócone. Najpowszechniej obserwowane objawy słabszych uszkodzeń to nadżerki widoczne jako przejaśnienia biegnące wzdłuż nerwów liści (niekiedy z drobnymi otworkami). Objawy żerowania najlepiej widoczne są, gdy rośliny rozwijają 8–9 liść. Uszkodzenie liści jest przyczyną zahamowania wzrostu, silniejszego opanowania roślin przez głównię guzową, gorszego zawiązywania kolb i słabszego ich zaziarniania. Uszkodzenie stożka wzrostu powoduje karłowacenie pędu głównego i wytwarzanie kilku odrostów bocznych, zazwyczaj niezawiązujących kolb. Całkowite zniszczenie stożka wzrostu najczęściej prowadzi do zamarcia rośliny.



Fot. 6. Larwa ploniarki zbożówki (fot. P. Bereś)

Mszyce (Aphididae)

Opis: na kukurydzy występuje kilka gatunków mszyc, przy czym najczęściej spotyka się trzy. Mszyca czeremchowo-zbożowa dorasta do 1,5–2,3 mm długości. Ciało jest okrągławawe, aż po owalny kształt, o odcieniu oliwkowozielonym do brązowego odcienia pomiędzy syfonami. Ogonek wyraźnie krótszy niż syfony. Czułki mają długość połowy długości ciała (fot. 7). Mszyca różano-trawowa osiąga 2–3 mm długości. Ciało jest wąskie, wrzecionowate, jasnozielone z ciemnozielonym pasem pośrodku grzbietu. Syfony są jasne, spiczasto zbiegające się, dwa razy dłuższe od ogonka. Czułki długości prawie całego ciała. Mszyca zbożowa dorasta do 2–3 mm długości. Ciało tego gatunku jest szerokowrzecionowate, barwy zielonej lub czerwonoróżowej. Syfony do 1/5 dłuższe niż ogonek. Czułki niemal tak długie, jak całe ciało. Nieliczne kolonie na blaszkach liściowych tworzyć może także mszyca kukurydziana, mszyca burakowa, mszyca brzoskwiniowo-ziemniaczana, natomiast na systemie korzeniowym spotyka się bawełnicę wiązowo-zbożową.

Rozwój: mszyca czeremchowo-zbożowa jest mszycą różnodomną, która swój rozwój przechodzi na czeremsze oraz kilku gatunkach traw i zbóż, w tym kukurydzy. Stadium zimującym tego gatunku są jaja złożone m.in. na czeremsze, z których w kwietniu wylęgają się mszyce żerujące na pąkach i liściach tej rośliny. Od maja pojawiają się formy uskrzydłone drugiego pokolenia, które migrują w poszukiwaniu traw, zbóż i kukurydzy. Na tych roślinach rozwijają się kolejne pokolenia szkodnika. Mszyca różano-trawowa jest również gatunkiem różnodomnym. Stadium zimującym są jaja znajdujące się na dzikich oraz ogrodowych różach, z których wylęgają się mszyce żerujące na nadziemnych organach wegetatywnych tych roślin. Późną wiosną osobniki uskrzydłone przelatują na inne rośliny żywicielskie, w tym na kukurydzę. Mszyca zbożowa jest gatunkiem jednodomnym. Stadium zimującym są larwy lub rzadziej jaja znajdujące się na zbożach ozimych, ich samosiewach lub trawach. Na wiosnę rozwijają się osobniki bezskrzydłe, które dają początek dalszym pokoleniom szkodnika. Pod koniec dojrzałości młeczonej ziarniaków zbóż (lub wcześniej) osobniki uskrzydłone tego gatunku przelatują na kukurydzę i trawy. Mszyce występują na kukurydzy od końca kwietnia lub maja do października. W okresie wegetacji kukurydzy w rozwoju tych pluskwików wyróżnia się 1–3 szczytów liczebności, których liczba zależy od przebiegu pogody w danym roku. Pierwszy, z reguły najliczniejszy, przypada pod koniec czerwca lub na początku lipca, gdy rośliny wyrzucają wiechy. Drugi obserwuje się w połowie sierpnia, natomiast trzeci pod koniec września lub w pierwszych dniach października. W ostatnich latach zdarza się, że coraz liczniejszy staje się ostatni szczyt liczebności, który niekiedy może być wyższy od pierwszego.

Szkodliwość: zarówno larwy, jak i postacie dorosłe uszkadzają rośliny, wysysając soki z komórek nadziemnych (a w przypadku bawełnicy wiązowo-zbożowej również i podziem-



Fot. 7. Mszyca czeremchowo-zbożowa (fot. P. Beres)

nych) organów roślin. Szkodliwość bezpośrednia tych owadów, czyli wpływ na wysokość plonu kukurydzy, jest niewielka. Jednakże w okresach suszy, przy masowym wystąpieniu, mogą znacząco osłabiać rośliny, co w rezultacie prowadzi do spadku plonu. Mszyce, wysysając soki z liści, pochw liściowych i liści okrywowych kolb powodują nadmierną utratę wody przez rośliny, w wyniku czego następuje wędnięcie, żółknięcie, a przy masowym wystąpieniu również zamieranie opianowanych organów. Ponadto rośliny pokryte są lepłą substancją, tzw. spadzią, na której rozwijają się grzyby sadzakowe zmniejszające powierzchnię asymilacyjną roślin. Znacznie większa jest natomiast szkodliwość pośrednia polegająca na ułatwianiu wnikania do roślin zarodnikom grzybów, wirusom i bakteriom.

Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)

Opis gatunku: długość ciała motyli dochodzi do 15 mm, natomiast u samców osiąga 12 mm. Rozpiętość skrzydeł to 25–34 mm u samic oraz 20–26 mm u samców. Przednie skrzydła samic są bladożółte lub jasnobrązowe z ciemnymi brzegami i z dwoma falistymi liniami poprzecznymi, tylne natomiast są jaśniejsze z jasną środkową pręgą. Przednie

skrzydła samców są ciemniejsze, zwykle barwy brązowej z jasnymi, falistymi przepaskami poprzecznymi, tylne natomiast są jaśniejsze. Stadium szkodliwym są gąsienice dorastające do 2,5 cm długości. Gąsienice mają zabarwienie cieliste, ze słabo zaznaczonymi brązowymi plamkami na każdym segmencie i z nieco ciemniejszym paskiem na grzbiecie (fot. 8). W warunkach długotrwałych nadmiernych opadów ciało gąsienicy staje się brudnocieliste, a w czasie suchej, upalnej pogody może przybierać odcień różowawy.

Rozwój: w Polsce omacnica rozwija jedno pokolenie w ciągu roku, choć okresowo może pojawiać się również nieliczna druga generacja szkodnika. Stadium zimującym są gąsienice znajdujące się w resztkach późniwnych kukurydzy i w chwastach gruboładogowych. W maju przędą kokony i przepoczwarczają się. Od czerwca rozpoczynają się wyloty motyli i ich naloty na plantacje kukurydzy. Lot ich trwa od 4,5 do nawet 8 tygodni. Szczyt lotu motyli przypada na pierwszą i drugą dekadę lipca. Od drugiej połowy czerwca samice rozpoczynają składanie jaj. Są one układane w złoża najczęściej na dolnej powierzchni blaszek liściowych. Maksimum składania jaj przypada zwykle w pierwszej lub drugiej dekadzie lipca, natomiast ostatnie złoża obserwuje się w pierwszej lub drugiej połowie sierpnia. Po 4–10 dniach (w zależności od temperatury) z jaj wylęgają się gąsienice, co zwykle rozpoczyna się w trzeciej dekadzie czerwca lub pierwszej połowie lipca i trwa aż do końca sierpnia. Maksimum wylęgu gąsienic przypada natomiast w drugiej lub na początku trzeciej dekady lipca. Pod koniec okresu wegetacji roślin (wrzesień, październik) dorosłe gąsienice opuszczają dotychczasowe miejsca żerowania (łodygi i kolby) i migrują w poszukiwaniu najmniej uszkodzonych roślin kukurydzy lub chwastów o grubych łodygach, gdzie w podstawie łodygi wygryzają niewielką jamkę, w której zimują. W niektóre lata, we wrześniu lub w październiku, notuje się na południu kraju bardzo nieliczny pojaw motyli, jaj i gąsienic, których obecność związana jest albo z bardzo późnym nalotem motyli, albo z rozwojem drugiego pokolenia szkodnika.

Szkodliwość: gąsienice początkowo odżywiają się pyłkiem, a następnie żerują: w wiechach, w pochwach liściowych, w nerwach liści, w zawiązkach kolb, na znamionach i pod liśćmi okrywowymi kolb. Żer w wiechach powoduje ich łamanie się i zasychanie, w wyniku czego skraca się okres pylenia i ilość produkowanego pyłku. Uszkodzone zawiązki najczęściej zamierają, natomiast poprzegryzane znamiona skutkują gorszym i nierównomiernym zaziarnieniem kolb. Rezultatem żerowania gąsienic w pochwach liściowych i nerwach są złomy blaszek liściowych prowadzące do ich stopniowego zamierania, a tym samym do redukcji ogólnej powierzchni asymilacyjnej. Uszkodzenia wewnętrznych powierzchni tkanek liści okrywowych kolb prowadzą natomiast do tzw. bielenia kolb i przedwczesnego zasychania tych organów. W późniejszym okresie swojego rozwoju gąsienice wgryzają się do wnętrza roślin. W łodygach odżywiają się rdzeniem, wygryzając różnej wielkości kanały i jamy, co prowadzi do zaburzeń w transporcie wody i składników odżywczych oraz



Fot. 8. Dorosła gąsienica omacnicy prosowianki (fot. P. Beres)

łamania się łodyg powyżej miejsca silnego uszkodzenia. Szczególnie niekorzystne są złomy poniżej miejsca osadzenia kolby, gdyż powodują przewracanie się roślin na glebę. W kolbach natomiast gąsienice odżywiają się miękkimi ziarniakami, a gdy ulegną stwardnieniu, żerują w osadkach. Bardzo szkodliwe dla plonu jest podgryzanie kolb u nasady, w wyniku czego organy te charakterystycznie zwisają, a następnie opadają na ziemię, gdzie ulegają zniszczeniu. Żerowanie omacnicy prosowianki przyczynia się do wzrostu porażenia roślin m.in. przez fuzariozę kolb i fuzariozę łodyg.

Stonka kukurydziana (*Diabrotica v. virgifera* LeConte)

Opis gatunku: stadium szkodliwym są larwy oraz chrząszcze. Ciało osobników dorosłych jest wydłużone, długości do 6,8 mm, o zmiennym ubarwieniu, począwszy od różnych odcieni żółci, poprzez jasną zielen, aż do odcienia lekko pomarańczowego (fot. 9). U samic przez pokrywy skrzydeł przebiegają ciemne pasy, natomiast u samców większa część powierzchni skrzydeł jest jednolicie ciemna, bez charakterystycznego paskowania. U obojga płci występują także osobniki jednolicie jasno lub jednolicie ciemno zabarwione, jak i o różnym paskowaniu. Ponadto osobniki żeńskie są z reguły większe, a ich czułki są krótsze niż u form męskich. Larwy są wydłużone, barwy białej lub białokremowej. Posiadają



Fot. 9. Chrząszcze stonki kukurydzianej (fot. P. Bereś)

brązową głowę oraz tarczkę analną zlokalizowaną na końcu ciała, a także niewielkie, słabo wykształcone odnóża. Przechodzą przez trzy stadia rozwojowe, z których pierwsze osiąga do 1,2 mm długości, drugie do 8 mm, natomiast trzecie do 18 mm.

Rozwój: rozwojowi stonki kukurydzianej sprzyjają plantacje kukurydzy prowadzone w monokulturze, które umożliwiają szkodnikowi przejście przez cały cykl rozwojowy. W strefie klimatu umiarkowanego owad rozwija jedno pokolenie w ciągu roku. Stadium zimującym są jaja składane przez samice od lata aż do późnej jesieni do gleby w pobliżu roślin kukurydzy lub na gruntach bezpośrednio sąsiadujących z polem kukurydzy. Na wiosnę rozpoczyna się węglę larw. Jest on rozłożony w czasie i stymulowany przez dwutlenek węgla oraz specyficzne substancje chemiczne wydzielane przez system korzeniowy młodych roślin kukurydzy. Larwy przechodzą przez trzy stadia rozwojowe, z których ostatnie trwa najdłużej. Dojrzałe osobniki trzeciego stadium larwalnego sukcesywnie, począwszy od końca czerwca, przepoczwarczają się w glebie. Stadium poczwarki w optymalnej temperaturze trwa 10 dni, po czym od pierwszej połowy lipca pojawiają się osobniki dorosłe, które spotykane są aż do końca października.

Szkodliwość: larwy przechodzą przez trzy stadia rozwojowe, z których dwa pierwsze żerują na najmłodszych, najcieńszych korzonkach, począwszy od ich wierzchołków aż do

podstawy roślin, natomiast trzecie stadium (najbardziej szkodliwe) wgryza się do wnętrza większych korzeni, niszcząc ich rdzeń. Uszkodzone korzenie brązowieją, występują zakłócenia w transporcie wody i substancji odżywczych, rośliny wolniej rosną lub ich wzrost zostaje zahamowany. Ponadto obserwowane jest więdnienie, żółknięcie i stopniowe zasychanie nadziemnych części roślin oraz charakterystyczne zniekształcenia łodyg i wyleganie całych roślin, co utrudnia lub uniemożliwia zbiór plonu. Szkodliwe są również chrząszcze, gdy występują masowo. Początkowo odżywiają się pyłkiem, a następnie znamionami kwiatów, odsłoniętymi miękkimi ziarniakami, a także liśćmi kukurydzy. Obgryzając znamiona, zakłócają proces zapylania kwiatów, co prowadzi do gorszego zaziarnienia kolb i deformacji tych organów. Zarówno larwy, jak i osobniki dorosłe zwiększają podatność roślin na porażenie przez sprawców chorób.

Obok wyżej wymienionych gatunków szkodników plantacje kukurydzy może uszkadzać szereg innych agrofagów, m.in.: lenie, śmietka kielkówka, ploniarka gnijka, wciornastki, pienik ślinianka, zwójki, przędziorek chmielowiec, zmieniki, urazek kukurydziany, słonecznica orężówka, piętnówki, ślimaki, gryzonie, zwierzyna łowna i ptaki. Informacje na temat ich wyglądu, biologii i szkodliwości występowania można znaleźć w publikacjach popularnonaukowych opracowywanych przez specjalistów Instytutu Ochrony Roślin – IOR. Należy jednak wspomnieć, że w ostatnich latach lokalnie wzrosła liczebność i szkodliwość przędziorka chmielowca, skoczka kukurydzianego i skrzypionek.

Integrowana ochrona roślin kładzie bardzo duży nacisk na racjonalność stosowania chemicznych środków ochrony roślin. Ich użycie musi być uzasadnione wynikami monitoringu występowania gatunków szkodliwych, wraz z ustaleniem optymalnego terminu zwalczania. Do monitorowania obecności szkodników wykorzystuje się m.in.:

- bezpośrednie obserwacje roślin na obecność szkodnika i/lub uszkodzeń, jakie powoduje,
- odkrywki glebowe w celu wykrycia gatunków żerujących w glebie,
- kolorowe naczynia (np. żółte, białe, niebieskie) m.in. w celu wykrycia nalotu muchówek ploniarki zbożówki,
- kolorowe tablice lepowe m.in. w celu wykrycia wciornastków (np. niebieskie) i stonki kukurydzianej (jasnozielone, żółte),
- pułapki feromonowe m.in. do monitorowania lotu motyli omacnicy prosowianki, rolnic, słonecznicy orężówki, a także chrząszczy stonki kukurydzianej oraz chrząszczy sprężykowatych,
- pułapki świetlne m.in. do śledzenia lotu omacnicy prosowianki, rolnic, słonecznicy orężówki,
- czerpakowanie w celu wykrycia szkodliwej entomofauny w początkowym okresie wegetacji kukurydzy,
- izolator entomologiczny do określenia terminów wylotów omacnicy prosowianki z resztek późniejszych kukurydzy.

Informacje sygnalizacyjne dotyczące terminów zwalczania m.in. omacnicy prosowianki, stonki kukurydzianej oraz ploniarki zbożówki można podierać także o dane z monitoringu prowadzonego w ramach Platformy Sygnalizacji Agrofagów Instytutu Ochrony Roślin – PIB. Monitoring niektórych agrofagów jest też prowadzony w ramach e-usługi jako „Raportowanie zagrożeń” w ramach platformy EDWIN. Część firm obsługująca rolnictwo ma także swoje sieci monitoringowe dla zainteresowanych osób, z których warto korzystać. Ważne jest jednak to, że żaden zewnętrzny monitoring nie może zastąpić własnych obserwacji na konkretnych polach. Zbyt dużo bowiem czynników wpływa na stan fitosanitarny upraw, aby można było ujednolicać zalecenia. Komunikaty zewnętrzne dają tylko sygnał o problemie. Na konkretnych polach sytuacja może być jednak różna. Niekiedy komunikat najbliższego miejsca prowadzenia produkcji może wskazywać o braku zagrożenia przez danego szkodnika, podczas gdy na lokalnym polu ten gatunek może pojawić się w bardzo dużym nasileniu. Lokalność pojawu niektórych szkodników sprawia, że nic nie zastąpi własnych obserwacji.

W integrowanej ochronie kukurydzy przed szkodnikami szczególnie duży nacisk położony jest na zabiegi niechemiczne. Przy ograniczaniu liczebności, a tym samym szkodliwości wybranych gatunków pierwszeństwo stosowania mają więc takie czynności, jak: płodozmian, zespół uprawek przedsiewnych, dobór odmian mniej podatnych na szkodniki, zróżnicowany termin siewu, izolacja przestrzenna, terminowy zbiór plonu, rozdrabnianie resztek poźniwnych, głęboka orka jesienna i wiosenne talerzowanie. Ponieważ nie dla każdego szkodnika zostały opracowane chemiczne metody zwalczania, zabiegi agrotechniczne są często jedyną formą ograniczania liczebności takiego gatunku.

Najważniejsze zabiegi niechemicznego ograniczania szkodliwości wybranych szkodników występujących w zasiewach kukurydzy prezentuje tabela 3.

Tabela 3. Niechemiczne metody ochrony kukurydzy przed niektórymi fitofagami

Fitofag	Sposoby ograniczania szkodliwości
Drutowce i pędraki	poprawna agrotechnika, płodozmian, podorywki, talerzowanie, bronowanie, dobór odmian o rozbudowanym systemie korzeniowym i szybkim wzroście początkowym, wczesny siew, zwiększona norma wysiewu, spulchnianie gleby, zwalczanie chwastów, izolacja przestrzenna (od nieużytków, łąk, pastwisk i lasów), rozdrabnianie resztek poźniwnych, orka jesienna
Mszyce	poprawna agrotechnika, zbilansowane nawożenie (głównie azotem), izolacja przestrzenna (od roślin żywicielskich, m.in. od kukurydzy, zbóż, czeremchy, dzikich i ogrodowych róż, wiązu, łąk, pastwisk, nieużytków), wczesny siew ziarna, zwalczanie chwastów, ochrona owadów pożytecznych
Omacnica prosowianka	poprawna agrotechnika, płodozmian, dobór odmian mniej podatnych na szkodnika, podorywki, talerzowanie, zbilansowane nawożenie (zwłaszcza azotem), izolacja przestrzenna (od innych pól kukurydzy, resztek poźniwnych kukurydzy oraz pozostałych roślin żywicielskich, m.in. chmielu, prosa), stosowanie biopreparatów, wczesny zbiór plonu, rozdrabnianie i głębokie przyoranie resztek poźniwnych bezpośrednio po zbiorze, stosowanie preparatów przyspieszających rozkład słomy

Tabela 3. Niechemiczne metody ochrony kukurydzy przed niektórymi fitofagami – cd.

Fitofag	Sposoby ograniczania szkodliwości
Piętnówki i rolnice	poprawna agrotechnika, płodozmian, podorywki, talerzowanie, izolacja przestrzenna (od warzyw kapustowatych, rzepaku, nieużytków, zbóż, terenów podmokłych), zbilansowane nawożenie, dobór odmian o rozbudowanym systemie korzeniowym, wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów, rozdrabnianie resztek poźniwnych, orka jesienna
Ploniarka zbożówka	poprawna agrotechnika, podorywki, wczesny siew, zwalczanie chwastów, uprawa odmian mniej podatnych, w rejonach wysoce zagrożonych uprawa odmian o szybkim wzroście początkowym, izolacja przestrzenna (od zbóż ozimych, łąk, pastwisk)
Przędziorek chmielowiec	poprawna agrotechnika, płodozmian, zwalczanie chwastów
Ptaki	wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu, izolacja przestrzenna (od większych drzewostanów), stosowanie odstraszaczy akustycznych i świetlnych
Skrzypionki	poprawna agrotechnika, wczesny siew, izolacja przestrzenna (od roślin zbożowych), zrównoważone nawożenie
Skoczek sześciorek, skoczek kukurydziany	poprawna agrotechnika, wczesny siew, izolacja przestrzenna (od roślin zbożowych), zrównoważone nawożenie
Słonecznica orężówka	poprawna agrotechnika, płodozmian, zwalczanie chwastów, rozdrabnianie resztek poźniwnych, głęboka orka jesienna
Stonka kukurydziana	poprawna agrotechnika, płodozmian, dobór odmian o rozbudowanym systemie korzeniowym, izolacja przestrzenna (od pól kukurydzy prowadzonych w monokulturze), wczesny siew, zwalczanie chwastów, rozdrabnianie resztek poźniwnych, głęboka orka jesienna
Ślimaki	poprawna agrotechnika, płodozmian, podorywki, talerzowanie, staranna uprawa roli, izolacja przestrzenna (od roślin zbożowych, rzepaku i warzyw kapustnych), wczesny i głębszy siew ziarna, zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów, wykaszanie traw wokół plantacji, rozdrabnianie resztek poźniwnych, orka jesienna
Śmietka kielkówka	poprawna agrotechnika, płodozmian, dobór odmian o szybkim wzroście początkowym, wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu ziarna, zwalczanie chwastów, dokładne przyorywanie obornika, rozdrabnianie resztek poźniwnych i ich przyorywanie
Urazek kukurydziany	poprawna agrotechnika, płodozmian, izolacja przestrzenna (od sadów i upraw warzywnych), terminowy zbiór plonu, rozdrabnianie resztek poźniwnych, orka jesienna
Wciornastki	poprawna agrotechnika, wczesny siew, izolacja przestrzenna (od roślin zbożowych, nieużytków oraz łąk), zbilansowane nawożenie, zwalczanie chwastów, orka jesienna
Wieczernica szczawiówka	poprawna agrotechnika, płodozmian, izolacja przestrzenna (od łąk, lasów, zadrzewień śródpolnych i terenów podmokłych), zwalczanie chwastów

Tabela 3. Niechemiczne metody ochrony kukurydzy przed niektórymi fitofagami – cd.

Fitofag	Sposoby ograniczania szkodliwości
Zmieniki	poprawna agrotechnika, płodozmian, zbilansowane nawożenie, izolacja przestrzenna (od łąk, pastwisk i nieużytków), uprawa odmian o zwartych liściach okrywowych kolb, zwalczanie chwastów, wczesny zbiór plonu
Zwierzęta łowne	wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu, izolacja przestrzenna (od większych drzewostanów), stosowanie odstraszczy akustycznych, świetlnych i repelentów, budowa trwałych ogrodzeń
Zwójki	poprawna agrotechnika, izolacja przestrzenna (od roślin zbożowych), zbilansowane nawożenie (zwłaszcza azotem), zwalczanie chwastów
Pozostałe gatunki	poprawna agrotechnika, płodozmian, zabiegi pielęgnacyjne roślin

Źródło: Bereś i wsp. (2019)

Na populacje niektórych szkodników można wpływać także przez dobór odmian kukurydzy do siewu (tzw. metoda hodowlana). Polega ona na dobieraniu do uprawy takich odmian kukurydzy, które są mniej podatne na szkodniki. Spośród dostępnych na krajowym rynku odmian szczególnie ważna jest ich wysoka tolerancja na żerowanie omacnicy proso-wianki. Wszystkie odmiany ziarnowe kukurydzy wpisane do Krajowego Rejestru Odmian mają określaną podatność na tego szkodnika. Informacje z zakresu podatności odmian na agrofagi można znaleźć na stronach COBORU.

Odmiany dobierane do siewu powinny cechować się również mniejszą podatnością na choroby, zwłaszcza fuzaryjne, przy czym wczesność odmiany musi odpowiadać warunkom glebowo-klimatycznym w docelowym miejscu uprawy. Nawet najbardziej plenna odmiana, najbardziej tolerancyjna na choroby i szkodniki, nie sprawdzi się, jeżeli będzie wysiana w warunkach stresowych, także w regionie o okresie wegetacyjnym niedostosowanym do jej liczby FAO, która określa wczesność. Trzeba także wiedzieć, że sama wczesność odmiany może być czynnikiem różnicującym jej podatność na szkodniki. Wiadomo choćby o tym, że w rejonach silnie opanowanych przez omacnicę proso-wiankę wiele odmian wczesnych jest przez nią silniej uszkodzanych niż te o późniejszej wegetacji. Jest to szczególnie zauważalne na południu Polski.

W zasiewach kukurydzy możliwe jest także stosowanie metody biologicznej opartej o mikro- i makroorganizmy. Występują aktualnie różnice w doborze biopreparatów pomiędzy kukurydzą „rolniczą” a kukurydzą cukrową pod kątem tego, co jest zarejestrowane dla tych upraw. Jak już wspomniano, rejestracji jako biopestycydy podlegają w Polsce aktualnie jedynie mikrorogranizmy (bakterie, grzyby), a także wirusy. Rejestracji nie podlegają natomiast biopreparaty zawierające m.in. nicienie, roztocza, błonkówki i muchówki.

W Polsce najdłużej i na największym obszarze stosuje się biopreparaty zawierające kruszynka (*Trichogramma* ssp.) – małą błonkówkę, która pasożytuje jaja omacnicy prosowianki, a pośrednio także rolnic, piętnówek i słonecznicy orężówki, ograniczając w ten sposób liczebność tych szkodników. Większość biopreparatów dostępnych na rynku zawiera jeden gatunek kruszynka – *Trichogramma brassicae*. W zależności od zaleceń producenta oraz stopnia zagrożenia ze strony omacnicy prosowianki wykonuje się od jednej do dwóch introdukcji biopreparatu na kukurydzy zwykłej, natomiast w zasiewach kukurydzy cukrowej niekiedy mogą być potrzebne 3–4 wyłożenia kruszynka, ponieważ roślina ta jest chętniej uszkodzana przez omacnicę. Zwykle na 1 ha uprawy wypuszcza się 220–250 tys. błonówek kruszynka. Aplikacja może być wykonywana ręcznie bądź lotniczo za pomocą dronów lub wiatrakowców. W tabeli 4. zaprezentowano wykaz biopreparatów z kruszynkiem, które można zakupić w kraju. Wyłożenie kruszynka musi być oparte na dokładnym monitoringu pojawu pierwszych motyli lub obecności jaj omacnicy prosowianki w zasiewach. Termin aplikacji zwykle przypada w czerwcu i lipcu.

Tabela 4. Biopreparaty zawierające kruszynka do ograniczania omacnicy prosowianki na kukurydzy zwykłej i kukurydzy cukrowej (nie wymagają rejestracji)

Biopreparat	Postać biopreparatu	Sposób wyłożenia	Liczba zabiegów
Trichocap	kartonowe, biodegradowalne zawieszki	ręcznie	1–4
Tricholet	luźna postać na odpowiednim nośniku	wiatrakowiec, śmigłowiec, samolot, dron	1–4
Trichosafe zawieszki	kartonowe, biodegradowalne zawieszki	ręcznie	1–4
Trichosafe kulki	biodegradowalne kulki aplikowane na glebę	ręcznie, rozrzutnik kulek, dron	1–4

Źródło: Opracowanie własne na bazie informacji handlowych

Na plantacjach kukurydzy zwykłej, ale także cukrowej, prowadzonych w monokulturze, na których widoczny jest problem larw stonki kukurydzianej, od kilku lat stosowany jest biopreparat zawierający gatunek owadobójczego nicienia *Heterorhabditis bacteriophora* (tabela 5). Biopreparat po rozrobieniu w wodzie aplikowany jest do gleby za pomocą podajnika do nawozów płynnych w trakcie siewu kukurydzy. Uwolnione do wilgotnej gleby larwy infekcyjne nicienia aktywnie szukają larw stonki i je pasożytują. Larwy stonki zabijają bakterie rodzaju *Photorhabdus*, które nicienie uwalniają do ciała żywiciela. Wewnątrz martwego szkodnika nicienie się namnażają, a następnie opuszczają je i szukają kolejnych larw stonki do spasożytowania.

Tabela 5. Preparaty zawierające nicienie do ograniczania larw stonki kukurydzianej na kukurydzy zwykłej i cukrowej (nie wymagają rejestracji)

Preparat	Czynnik zwalczający	Postać biopreparatu	Sposób aplikacji	Liczba zabiegów
Dianem	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	proszek do sporządzania zawiesiny wodnej	do gleby podczas siewu kukurydzy	1

Źródło: Opracowanie własne na bazie informacji handlowych

Do biologicznego zwalczania szkodników w uprawach kukurydzy cukrowej dostępnych jest kilka zarejestrowanych biopreparatów mikrobiologicznych. Większość z nich zawiera bakterię owadobójczą *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*, ale jest także preparat zawierający grzyba owadobójczego gatunku *Beauveria bassiana* (tabela 6). Biopreparaty zawierające wymienione mikroorganizmy aplikowane są na rośliny podczas zabiegu opryskiwania, w oparciu o wyniki dokładnego monitoringu pojawu szkodników. Biopreparaty są stosowane przeciwko gąsienicom uszkadzającym liście, w tym omacnicę prosowiankę, ale niektóre z nich można użyć na wciornastki lub przędziorki zasiedlające blaszki liściowe.

Tabela 6. Biopreparaty zawierające *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* oraz *Beauveria bassiana* zarejestrowane w kukurydzy cukrowej

Biopreparat	Substancja czynna	Zwalczane szkodniki
BioBit	<i>B. thuringiensis</i> ssp. <i>kurstaki</i> , szczep ABTS 351	gąsienice uszkadzające liście
Dipel DF	<i>B. thuringiensis</i> ssp. <i>kurstaki</i> , szczep ABTS 351	gąsienice uszkadzające liście
Lepinox Plus	<i>B. thuringiensis</i> ssp. <i>kurstaki</i> , szczep EG 2348	omacnica prosowianka
Naturalis	<i>B. bassiana</i> , szczep ATCC 74040	wciornastki, przędziorki, drutowce, mączliki

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW, stan na dzień 15.05.2024

W integrowanej ochronie kukurydzy przed szkodnikami metodę chemiczną stosuje się w ostateczności, i to wyłącznie w oparciu o zarejestrowane środki ochrony roślin. Ich wykaz należy na bieżąco sprawdzać, gdyż dobór preparatów i substancji czynnych się zmienia. Stosując ochronę chemiczną kukurydzy w ramach integrowanej ochrony, należy pamiętać o kilku kwestiach:

- preparaty chemiczne powinny być stosowane tylko w ostateczności, gdy zagrożenie ze strony danego gatunku szkodliwego jest wysokie,
- celem ochrony chemicznej nie jest bezwzględna walka z organizmami szkodliwymi,

- przy zwalczaniu niektórych wczesnowiosennych szkodników należy wybierać zaprawy nasienne zamiast nieselektywnych preparatów nalistnych,
- podejmując decyzję o ochronie chemicznej, należy uwzględniać próg ekonomicznej szkodliwości, jeżeli taki został ustalony dla danego gatunku agrofaga,
- preparaty chemiczne należy stosować w zalecanych dawkach i w optymalnych terminach zwalczania wybranych agrofagów (uwzględniając monitoring występowania gatunków szkodliwych),
- środki ochrony roślin z różnych grup chemicznych należy stosować przemiennie, tak aby zmniejszyć do minimum ryzyko uodparniania się agrofagów na zastosowane substancje czynne,
- należy wybierać preparaty selektywne (jeżeli takie są zarejestrowane) lub o niskiej toksyczności przeznaczone do stosowania w integrowanej produkcji,
- termin zabiegu dobierać tak, aby nie powodować wysokiej śmiertelności owadów pożytecznych,
- zabiegi ochrony roślin należy przeprowadzać w temperaturach optymalnych do działania wybranego preparatu (większość działa skutecznie w temp. do +20°C) oraz z wykorzystaniem sprawnego sprzętu aplikującego,
- zwracać uwagę na toksyczność preparatów dla pszczoł, na prewencję wyznaczoną dla tych owadów oraz na możliwość stosowania insektycydów na rośliny pokryte spadzią, które to informacje znajdują się w etykietach-instrukcjach stosowania.

Wykaz zarejestrowanych preparatów chemicznych w 2024 roku do ograniczania populacji szkodników kukurydzy prezentują tabele 7–11. Aktualnie ochrona zoocydowa oparta jest na zaprawach nasiennych, mikrogranulatach doglebowych, granulatach posypowych oraz preparatach aplikowanych nalistnie. Występują także duże różnice w doborze preparatów do ochrony kukurydzy „rolniczej” i kukurydzy cukrowej, stąd też przez analogię nie można stosować preparatów na poszczególnych podgatunkach, jeżeli etykieta na to nie wskazuje. Trzeba także wiedzieć, że niekiedy sama etykieta środka jasno nie wskazuje, na jaki podgatunek kukurydzy dany środek można użyć, zwłaszcza jeżeli widnieje ogólny zapis „kukurydza”. Zatem zawsze warto skonsultować się w takim przypadku ze specjalistą/producentem, aby w uprawie nie zastosować środka niewłaściwego.

Jako standard w chemicznej ochronie kukurydzy przed niektórymi szkodnikami wiosennymi używa się zaprawy nasienne o działaniu owadobójczym lub repelentnym.

Tabela 7. Zaprawy zoocydowe zarejestrowane do ochrony kukurydzy przed szkodnikami w 2024 r.

Szkodnik	Insektycyd	Substancja czynna	Dawka w litrach na 100 kg ziarna
Drutowce, Larwy stonki kukurydzianej	Force 20 CS*	teflutryna	50 ml/50 tys. ziarna
Rolnice	Fortenza 600 FS*#	cyjanotraniliprol	37,5 ml/50 tys. ziarna
Drutowce	Lumiposa 625 FS	cyjanotraniliprol	96 ml/80 tys. ziarna
Ptaki (odstraszanie)	Korit 420 FS	ziram	87,5 ml/50 tys. ziarna

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW, stan na dzień 15.05.2024

* Zaprawa mająca zapis w etykiecie o stosowaniu w kukurydzy cukrowej

Tabela 8. Zaprawy zoocydowe zarejestrowane do ochrony kukurydzy cukrowej przed szkodnikami w 2024 r.

Szkodnik	Insektycyd	Substancja czynna	Dawka w litrach na 100 kg ziarna
Drutowce, larwy stonki kukurydzianej	Force 20 CS	teflutryna	50 ml/50 tys. ziarna
Rolnice, drutowce, słonecznica orzęzówka	Fortenza 600 FS	cyjanotraniliprol	37,5 ml/50 tys. ziarna

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW, stan na dzień 15.05.2024

Obok zapraw nasiennych plantatorzy kukurydzy zwyczajnej do ograniczania drutowców i larw stonki kukurydzianej mogą użyć także mikrogranulaty oparte o teflutrynę, lambda-cyhalotrynę bądź cypermetrynę (pyretroid), które aplikowane są do gleby w czasie siewu kukurydzy. Aby je użyć, trzeba dysponować siewnikiem dostosowanym do aplikacji tego typu środków (tabela 9).

Tabela 9. Mikrogranulaty zarejestrowane do ochrony kukurydzy przed szkodnikami w 2024 r.

Szkodnik	Preparat	Substancja czynna	Dawka
Drutowce	SoilGuard 0,5 GR	teflutryna	15 kg/ha
	SoilGuard 1,5 GR		7–10 kg/ha
	Teflix	teflutryna	7–12 kg/ha
	Belem 0,8 MG	cypermetryna	12–24 kg/ha
	Ercole	lambda-cyhalotryna	5 kg/ha

Tabela 9. Mikrogranulaty zarejestrowane do ochrony kukurydzy przed szkodnikami w 2024 r. – cd.

Szkodnik	Preparat	Substancja czynna	Dawka
Stonka kukurydziana – larwy	SoilGuard 0,5 GR	teflutryna	15 kg/ha
	SoilGuard 1,5 GR		12 kg/ha
	Belem 0,8 MG	cypermetryna	12–24 kg/ha
	Teflix	teflutryna	7–12 kg/ha

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW, stan na dzień 15.05.2024

Nieco późniejszą wiosną można ograniczać jeszcze tylko występowanie ślimaków za pomocą dostępnych moluskocydów (tabela 10).

Tabela 10. Moluskocydy zarejestrowane do ochrony kukurydzy przed szkodnikami w 2024 r.

Szkodnik	Preparat	Substancja czynna	Dawka
Ślimaki nagie	Lima Oro 3 GB Medal 3 GB Siga 3 GB Slugicol 3 GB Slugix 3 GB Sneg 3GB	metaldehyd	7 kg/ha
	Ironmax Pro Sluxx HP Daxxos Doux Iroxx Minixx Pixxela	fosforan żelaza	7 kg/ha
	Lima Oro 5 GB Limgol 5 GB Metkol 5 GB Molufries 5 GB Push 5 GB Sharmet 5 GB Soltex Niezawodny Snailmax 05GB trutka na ślimaki w granulacie Ślimatox 5 GB	metaldehyd	4 kg/ha
	Slug-Off*	metaldehyd	5 kg/ha

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW, stan na dzień 15.05.2024

*Moluskocyd mający zapis w etykiecie o stosowaniu w kukurydzy cukrowej

W późniejszym okresie wegetacji na kukurydzy zwyczajnej i kukurydzy cukrowej można ograniczać jedynie mszyce, omacnicę prosowiankę, słonecznicę orężówkę i chrząszcze stonki kukurydzianej za pomocą dostępnych insektycydów nalistnych (tabele 11–12). Ich użycie musi być oparte o monitoring pojawu gatunków szkodliwych. W przypadku omacnicy prosowianki warto zastosować pułapki świetlne i pułapki feromonowe, można także bezpośrednio poszukiwać jaj szkodnika. Natomiast przy stonce kukurydzianej doskonale sprawdzają się pułapki feromonowe i wizualne obserwacje.

Tabela 11. Zoocydy zarejestrowane do ochrony kukurydzy przed szkodnikami w 2024 r.

Szkodnik	Preparat	Substancja czynna	Dawka
Mszyce	Arkan 050 CS Judo 050 CS Karate Zeon 050 CS Kusti 050 CS LambdaCE 050 CS Ninja 050 CS Topgun 05 CS Wojownik 050 CS	lambda-cyhalotryna	0,1 l/ha
	Sivanto Energy	deltametryna + flupyradifuron	0,75 l/ha
Omacnica prosowianka	Arkan 050 CS Judo 050 CS Karate Zeon 050 CS Kusti 050 CS LambdaCe 050 CS Ninja 050 CS Topgun 05 CS Wojownik 050 CS	lambda-cyhalotryna	0,2 l/ha
	Lamdex Extra 2,5 WG	lambda-cyhalotryna	0,20 – 0,40 kg/ha
	Mimic	tebufenozyd	0,75 l/ha
	Aceiro 200 SL Leptostar 200 SL	acetamipryd	0,3 l/ha
	Inazuma 130 WG Inpower 130 WG	acetamipryd + lambda-cyhalotryna	0,2 kg/ha
	Sivanto Energy	deltametryna + flupyradifuron	0,75 l/ha
	Kidrate Sparrow	lambda-cyhalotryna	0,125 l/ha

Tabela 11. Zoocydy zarejestrowane do ochrony kukurydzy przed szkodnikami w 2024 r. – cd.

Szkodnik	Preparat	Substancja czynna	Dawka
Omacnica prosowianka	Agriprol 200 SC Chloran 200 SC Chloran4Insects 200 SC Coragen 200 SC Cordero 200 SC Corleone 200 SC Corprima 200 SC Klorantranil Kobalt 200 SC Mulier 200 SC Reene 200 SC Shenzi 200 SC Suvisio 200 SC Voliam	chlorantraniliprol	0,125 l/ha
Stonka kukurydziana – chrząszcze	Decis Expert 100 EC	deltametryna	0,125 l/ha
	Inazuma 130 WG Inpower 130 WG	acetamipryd + lambda-cyhalotryna	0,2 kg/ha
	Sivanto Energy	deltametryna + flupyradifuron	0,75 l/ha
Słonecznica orężówka	Sivanto Energy	deltametryna + flupyradifuron	0,75 l/ha

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW, stan na dzień 15.05.2024

Tabela 12. Zoocydy zarejestrowane do ochrony kukurydzy cukrowej przed szkodnikami w 2024 r.

Szkodnik	Preparat	Substancja czynna	Dawka
Mszyce	Deltakil	deltametryna	0,5 l/ha
	Sivanto Energy	deltametryna + flupyradifuron	0,75 l/ha
Omacnica prosowianka	Judo 050 CS Karate Zeon 050 CS Kusti 050 CS Ninja 050 CS Topgun 05 CS	lambda-cyhalotryna	0,2 l/ha
	Lamdex Extra 2,5 WG	lambda-cyhalotryna	0,20–0,40 kg/ha
	Nexsuba Spintor 240 SC	spinosad	0,4 l/ha
	Sivanto Energy	deltametryna + flupyradifuron	0,75 l/ha

Tabela 12. Zoocydy zarejestrowane do ochrony kukurydzy cukrowej przed szkodnikami w 2024 r. – cd.

Szkodnik	Preparat	Substancja czynna	Dawka
Omacnica prosowianka	Agriprol 200 SC Chloran 200 SC Chloran4Insects 200 SC Coragen 200 SC Cordero 200 SC Corleone 200 SC Klorantranil Kobalt 200 SC Mulier 200 SC Reene 200 SC Shenzi 200 SC Suvisio 200 SC Voliam	chlorantraniliprol	0,125 l/ha
Stonka kukurydziana – chrząszcze	Sivanto Energy	deltametryna + flupyradifuron	0,75 l/ha
Słonecznica orężówka	Sivanto Energy	deltametryna + flupyradifuron	0,75 l/ha

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW, stan na dzień 15.05.2024

Podjmując decyzję o ochronie chemicznej, wskazane jest kierowanie się progami ekonomicznej szkodliwości, które określają taką liczebność agrofaga, przy której wartość spodziewanej utraty plonu przewyższa koszt wykonania zabiegu ochronnego.

Obecnie progi ekonomicznej szkodliwości zostały określone jedynie w stosunku do kilku gatunków szkodników wymienionych w tabeli 13. Wartość progu szkodliwości nie może być jednak traktowana jednoznacznie. Może ona bowiem ulec zmianie w zależności od fazy rozwoju rośliny, warunków klimatycznych lub występowania wrogów naturalnych. Progi ekonomicznej szkodliwości służą jedynie jako pomoc przy podejmowaniu decyzji, lecz nie mogą być jedynym kryterium branym pod uwagę.

Tabela 13. Progi ekonomicznej szkodliwości szkodników kukurydzy

Szkodnik	Termin obserwacji	Próg zagrożenia
Drutowce	przed siewem	2–8 larw na m ²
Mszyce	od kwitnienia	300 mszyc na roślinie
Omacnica prosowianka	faza wiechowania	6–8 złoż jaj na 100 roślinach lub gdy w poprzednim roku było uszkodzonych 15% roślin kukurydzy uprawianej na ziarno albo 30–40% uszkodzonych roślin uprawianych na kiszonkę i CCM
Ploniarka zbożówka	od wschodów do 4 liści	1 larwa na roślinę lub uszkodzenie 15% roślin w roku wcześniejszym
Rolnice	wschody	1 gąsienica na 2 m ² pola
	stadium 5–6 liści	1–2 gąsienice po III wylince na m ² uprawy

W integrowanej ochronie kukurydzy należy zwrócić szczególną uwagę na organizmy pożyteczne, takie jak: biegaczowate, złotoookowate, bzygowate, biedronkowate, pryszczarkowate, pająki i kosarze. Z uwagi na ich obecność należy prowadzić działania zwalczające agrofagi tak, aby w zasiewie nie wyniszczać wszystkich gatunków szkodliwych, gdyż są one ważnym elementem łańcucha pokarmowego. Ponadto należy dołożyć wszelkich starań, aby owady pożyteczne znalazły korzystne warunki do rozwoju. Z tego względu nie należy niszczyć np. oczek wodnych, osuszać terenów wilgotnych nieużytkowanych rolniczo albo wycinać zarośli śródpolnych, ponieważ ekosystemy te służą wielu gatunkom za miejsca zimowania oraz rozwoju. Należy zachować też niewielki rezerwuar chwastów, gdyż niektóre kwitnące gatunki dostarczają nektar owadom zapylającym, np. bzygom.

3. CHOROBY KUKURYDZY

Sprawcy chorób kukurydzy to jeszcze niedoceniana, niemniej bardzo ważna grupa organizmów szkodliwych. W Polsce nie ma praktycznie plantacji, która byłaby wolna od obecności patogenów. Ich wystąpieniu sprzyja wiele czynników, a zwłaszcza: stosowanie uproszczeń agrotechnicznych (głównie monokultur), wysiew odmian podatnych na porażenie, wysiew ziarna pochodzącego z samoreprodukcji lub niewiadomego pochodzenia, zaniedbania w pielęgnacji roślin w trakcie ich wegetacji, występowanie uszkodzeń tkanek powodowanych przez szkodniki, niewłaściwe zastosowanie nawozów mineralnych i herbicydów, a także wywołanych przez przymrozki i gradobicia. Nie bez znaczenia dla poziomu szkodliwości patogenów jest także zbyt późne zbioru plonu, niedokładne rozdrabnianie i przyoranie resztek pożywnych, a także oddziaływanie czynników pogodowych.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w Polsce rośliny kukurydzy poraża około 400 patogenów odpowiedzialnych za rozwój kilkunastu jednostek

chorobowych. Wśród nich grupą dominującą są grzyby chorobotwórcze. Coraz częściej pojawiają się jednak sygnały o występowaniu chorób pochodzenia wirusowego i bakteryjnego, niemniej na chwilę obecną nie mają one jeszcze dużego znaczenia gospodarczego. Nie można jednak wykluczyć, że w kontekście obserwowanych zmian klimatycznych ich szkodliwość może wzrosnąć w najbliższych latach.

Choroby grzybowe towarzyszą kukurydzy od momentu siewu ziarna (niektóre gatunki mogą być przenoszone na ziarniakach), aż do zbioru plonu, a nawet w trakcie jego przechowywania (choroby przechowalnicze). Na plantacjach patogeny porażają od kilku do nawet 100% roślin w niektóre lata. Epidemiczne występowanie chorób (np. główni kukurydzy) obserwuje się co kilka, kilkanaście lat, przy czym zwykle zjawisko to dotyka lokalne plantacje kukurydzy. Bardzo często się zdarza, że masowemu pojawowi danej choroby towarzyszy np. liczny pojaw szkodników (zwłaszcza omacnicy prosowianki, mszyc, wciornastków) albo wystąpienie ekstremalnych zjawisk pogodowych, np. powodzi lub gradobicia.

Bezpośrednie straty w plonach ziarna powodowane przez choroby szacuje się w skali kraju średnio na 10–15%, lecz w niektóre lata mogą być znacznie wyższe. Dodatkowo sprawcy chorób są odpowiedzialni za spadek jakości plonu, a grzyby z rodzaju *Fusarium* dodatkowo za jego skażenie mykotoksynami. Poziom zawartości tych groźnych dla zdrowia ludzi i zwierząt metabolitów jest poddawany kontroli podczas skupu ziarna i w produktach wytwarzanych z kukurydzy.

Z uwagi na dużą szkodliwość niektórych chorób, zwłaszcza w lata licznego występowania, konieczne jest integrowane zwalczanie ich sprawców. Aby przyniosło ono pożądany efekt, plantator kukurydzy musi posiadać odpowiednią wiedzę na temat gatunku zwalczanego, a zwłaszcza jego biologii, objawów porażenia i szkodliwości, metod monitorowania obecności oraz sposobów ograniczania zagrożenia.

Poniżej zaprezentowano wykaz chorób grzybowych kukurydzy, z którymi najczęściej można spotkać się na plantacjach.

Zgorzel siewek

Sprawcy: grzyby z rodzaju *Fusarium* spp., *Pythium* spp.

Objawy chorobowe: brunatnienie i zamieranie kielków jeszcze przed ich wydostaniem się nad powierzchnię gleby (tzw. zgorzel przedwzrostowa) (fot. 10). Po wschodach wyraźne objawy chorobowe widoczne są w obrębie szyjki korzeniowej. W miejscu zetknięcia rośliny z glebą tkanki brunatnieją, a łodyga ulega przewężeniu. Silnie porażone siewki przewracają się i zamierają, natomiast słabiej porażone rosną nadal, lecz ich wzrost jest osłabiony i stają się bardziej podatne na atak innych patogenów. Po wyjęciu z podłoża zainfekowanych roślin widoczny jest słabo rozwinięty system korzeniowy z ciemnobrunatnymi lub czarnymi smugami.

Rozwój: znajdujące się w glebie lub na materiale siewnym zarodniki wnikają do roślin przez korzenie lub w miejscu zetknięcia podstawy łodygi z podłożem. Grzybnia rozwija się zarówno na zewnątrz, jak i wewnątrz porażonych tkanek, prowadząc do ich obumierania. Grzyby z rodzaju *Pythium* zimują w glebie w postaci oospor. W sprzyjających warunkach (zwłaszcza gdy jest chłodno i wilgotno) kiełkują w zarodnię, z której uwalniane są duże ilości zarodników pływakowych, zwanych zoosporami. Zoospory w kontakcie z rośliną wnikają do jej tkanek przez zranienia lub szparki. Dalej patogen rozwija się międzykomórkowo. Na powierzchni obumarłych części roślin widoczna jest delikatna biała grzybnia. Na jej powierzchni tworzą się kuliste zarodnie uwalniające zoospory dokonujące licznych infekcji wtórnych. W późniejszym okresie rozwoju patogen tworzy plemnię i lęgnię, które łączą się ze sobą i powstają oospory. Oospory mają charakter przetrwalnikowy. Grzyby z rodzaju *Fusarium* zimują w glebie na resztkach pożywnych oraz na nasionach w postaci grzybni i chlamydospor. W sprzyjających warunkach (zwłaszcza gdy jest ciepło) kiełki i młode rośliny ulegają infekcji. Patogen tworzy na powierzchni obumarłych tkanek biały lub różowy, watowaty nalot. Później na powierzchni grzybni widoczne są ciemniejsze, różowe lub czerwone punkciki. Są to sporodochia, na których powstają liczne zarodniki konidialne. Zarodniki przenoszone są na sąsiednie rośliny za pomocą wiatru lub wraz z wodą.

Szkodliwość: choroba największe szkody powoduje w lata z chłodną i obfitującą w opady wiosną. Warunki, w których czas kiełkowania i wschodów się wydłuża, są korzystne dla rozwoju sprawców zgorzeli. Na silnie opanowanych plantacjach powstają puste miejsca po obumarłych roślinach. Rośliny zainfekowane, które pozostały na polu, są ograniczone we wzroście oraz w pierwszej kolejności ulegają porażeniu przez inne patogeny, a zwłaszcza przez zgniliznę korzeni i zgorzel podstawy łodygi.



Fot. 10. Zgorzel siewek kukurydzy (fot. P. Bereś)

Głownia kukurydzy (guzowata)

Sprawca: grzyb *Ustilago maydis*.

Objawy chorobowe: Głownia kukurydzy występuje na roślinach, począwszy od fazy 4–7 liści. Przy wczesnym porażeniu pierwsze objawy chorobowe można zaobserwować na liściach w postaci małych, pomarszczonych guzów. Później narośla pojawiają się także na łodygach, wiechach i kolbach, a czasami tworzą się na korzeniach podporowych. Guzy osiągają wielkość od kilku milimetrów do nawet kilkunastu centymetrów i wagę od kilku gramów do nawet 0,5–1,0 kg. Na łodygach i kolbach są zwykle większe od tych powstających na liściach i wiechach. Narośla początkowo są białe, lecz w miarę dojrzewania ciemnieją i stają się srebrzystoszare, później czarnobrazowe (fot. 11). Pod delikatną błonką, którą otoczone są dojrzałe narośla, znajduje się początkowo mazista, a później sucha i zbita masa ciemnobrunatnych zarodników. Rośliny porażone we wczesnych fazach rozwojowych często wytwarzają pędy boczne, które nie zawiązują kolb.

Rozwój: teliospory znajdujące się w resztkach poźniwnych kielkują w przedgrzybnię, na której tworzą się zróżnicowane płciowo sporidia przenoszone na rośliny za pomocą wiatru i deszczu. Sporidia kielkują w haploidalną grzybnię, której strzępki wnikają do rośliny i dopiero wówczas dochodzi do połączenia się dwóch zróżnicowanych płciowo strzępek oraz powstania dwujądrowej grzybni. Infekcja rośliny zachodzi przez młode lub uszkodzone tkanki. Właściwe objawy chorobowe są efektem międzykomórkowego wzrostu grzybni powodującej hiperplazję i hipertrofię zainfekowanych tkanek. W konsekwencji w miejscu infekcji powstaje guz wypełniony teliosporami. Każda narośl jest wynikiem oddzielnej infekcji, gdyż nie dochodzi do porażenia systemicznego. Po osiągnięciu dojrzałości narośla pękają, uwalniając zarodniki do środowiska, które wraz z wiatrem i deszczem przenoszone są na sąsiednie rośliny, gdzie dokonują licznych infekcji wtórnych. W Polsce w ciągu sezonu wegetacyjnego mogą rozwinąć się trzy generacje choroby, przypadające na okresy rozwijania od czwartego do siódmego liścia (1 generacja), kwitnienia (2 generacja) oraz wypełniania i dojrzałości młeczej ziarniaków (3 generacja). Teliospory zalegające w glebie jako organy przetrwalnikowe zachowują zdolność do infekcji nawet do 3 lat. Choroba najszybciej rozwija się w temperaturze 26–34°C.

Szkodliwość: rozmiar szkód zależy przede wszystkim od miejsca usytuowania i ilości tworzących się narośli. Pierwsza i druga generacja głowni guzowatej, jeśli wystąpi w dużym nasileniu, powoduje największe straty ilościowe plonu. Rośliny porażone w okresie rozwoju od czwartego do siódmego liścia oraz w czasie wiechowania i pylenia mogą w ogóle nie wytwarzać kolb. Późniejsze infekcje kolb wpływają głównie na jakość plonu. Grzyb *Ustilago maydis* nie wytwarza groźnych dla ludzi i zwierząt mykotoksyn. Szkodliwość patogenu



Fot. 11. Głownia guzowata kukurydzy (fot. P. Bereś)

polega na zmniejszeniu wysokości plonu oraz na obniżeniu wartości pokarmowej paszy otrzymywanej z porażonych roślin (mniej energii i białka) oraz słabszej zdolności fermentacyjnej.

Głownia pyląca kukurydzy

Sprawca: grzyb *Sphacelotheca reiliana*.

Objawy chorobowe: w początkowych etapach wzrostu kukurydzy choroba jest trudna do zauważenia. Rośliny zainfekowane są niższe od zdrowych i bladozielone. Pierwsze wizualne zmiany chorobowe widoczne są dopiero na kolbach oraz w mniejszym stopniu na wiechach. Organy te całkowicie lub częściowo przekształcają się w ciemnobrunatną lub czarną masę grzybni i zarodników (fot. 12). Początkowo otoczone są jasnoszarą delikatną błonką, która następnie pęka, uwalniając zarodniki. Wiechy z objawami chorobowymi wyglądają, jakby były zwęglone.

Rozwój: znajdujące się w glebie lub na zainfekowanym materiale siewnym zarodniki (teliospory) kiełkują w przedgrzybnię, na której powstają zróżnicowane płciowo sporidia (bazydiospory). Zarodniki podstawkowe następnie wyrastają w haploidalną grzybnię. Dwie różne płciowo strzępki łączą się, dając początek dikariotycznej grzybni dokonującej infekcji.



Fot. 12. Głownia pyląca kukurydzy (fot. P. Bereś)

Infekcja następuje w okresie kiełkowania kukurydzy. Sprawca lokuje się w stożku wzrostu młodych korzeni, a następnie jego rozwój odbywa się międzykomórkowo wewnątrz rośliny i prowadzi do porażenia systemicznego. Rozwój *Sphacelotheca reiliana* odbywa się w roślinie bezobjawowo, aż do momentu wytworzenia teliospor w miejscu zakończenia wiązek przewodzących, a więc w wiechach i kolbach. Teliospory następnie padają na glebę, gdzie zimują, zachowując swoją żywotność nawet do 10 lat.

Szkodliwość: szkodliwość głowni pylącej związana jest głównie z bardzo długim okresem przeżywalności zarodników w glebie. Rozwojowi patogenu sprzyja sucha i upalna pogoda, w czasie której porażenie może sięgać nawet 80–100%. Kwiatostany zainfekowanych roślin ulegają całkowitemu zniszczeniu. Silnie porażone rośliny w ogóle nie wytwarzają kolb, co może prowadzić do całkowitej utraty plonu. Do masowego występowania głowni pylącej w Polsce dochodzi rzadko, niemniej jeśli choroba wystąpi epidemicznie, to plony są poważnie zagrożone.

Zgnilizna korzeni i zgorzel podstawy łodygi (tzw. fuzarioza łodyg)

Sprawcy: grzyby z rodzaju *Fusarium* spp.

Objawy chorobowe: pierwsze objawy porażenia widoczne są na roślinach w lipcu. Liście zaczynają więdnąć i zasychać od dołu ku górze, a całe rośliny stają się chlorotyczne i osłabione.

bione we wzroście. Wewnątrz łodygi następuje stopniowe gnicie tkanek, co sprawia, że rośliny nie są w stanie utrzymać się w pionie i łamią się w miejscach silnego porażenia. System korzeniowy stopniowo gnije i traci swoje funkcje (fot. 13). Porażone tkanki wewnątrz łodyg zmieniają barwę w zależności od gatunku grzyba, jaki je opanował, przy czym najczęściej grzybnia ma kolor czerwony lub łososiowy. Naginanie się łodyg ku ziemi powoduje, że znajdujące się na nich kolby dotykają gleby, co sprzyja rozwojowi zgnilizny ziarniaków oraz ich zniszczeniu np. przez gryzonie, ślimaki lub zwierzynę łowną.

Rozwój: zarodniki przenoszone przez wiatr lub wraz z rozpryskującymi się na powierzchni gleby kroplami deszczu infekują rośliny, zwłaszcza jeśli te zostały uszkodzone np. przez szkodniki (zwłaszcza omacnicę prosowiankę). Rozwój fuzariozy łodyg może być także wynikiem rozwoju grzybni wewnątrz tkanek roślin zainfekowanych jeszcze w czasie wschodów przez zgorzel siewek. W miejscu znekrotyzowanych, obumarłych tkanek grzyby wytwarzają sporodochia, na których powstają zarodniki konidialne rozprzestrzeniające się przez wiatr i deszcz.

Szkodliwość: epidemiczne opanowanie plantacji przez fuzariozę łodyg może prowadzić do poważnych strat ilościowych i jakościowych plonu, w tym do jego skażenia mykotoksynami. Objawy chorobowe nasilają się podczas dłuższej utrzymującej się cieplej i wilgotnej pogody w okresie lata i jesieni. Największe straty powstają, gdy całe rośliny przewracają się na glebę. Z kolei kolby stykające się z glebą dodatkowo są infekowane przez grzyby z rodzaju *Trichoderma*, *Penicillium* i *Trichothecium* oraz często pomijane podczas zbioru kombajnowego.



Fot. 13. Fuzarioza łodyg na korzeniu kukurydzy (fot. P. Bereś)

Fuzarioza kolb kukurydzy

Sprawcy: grzyby z rodzaju *Fusarium* spp.

Objawy chorobowe: w okresie mleczej i woskowej dojrzałości ziarna na liściach okrywowych kolb i na ziarniakach pojawia się biała, różowa lub czerwona grzybnia (fot. 14) Przy wczesnym porażeniu ziarniaków przeważnie dochodzi do ich obumierania. Późniejsze infekcje prowadzą do słabszego wypełnienia ziarniaków, ich matowienia i pęknięcia, a także porażenia przez inne patogeny, m.in. grzyby z rodzaju *Trichoderma*, *Penicillium* i *Trichothecium*.

Rozwój: z zarodników przetrwalnikowych znajdujących się na resztkach poźniwnych, w warunkach wysokiej temperatury i wysokiej wilgotności, powstają zarodniki konidialne przenoszone przez wiatr na rośliny kukurydzy. Rozwój fuzariozy kolb może być także wynikiem wcześniejszej infekcji rośliny przez fuzariozę łodyg, gdy grzybnia przerasta z łodygi na kolbę. Nowym infekcjom sprzyjają wszelkie uszkodzenia powodowane przez szkodniki (zwłaszcza omacnicę prosowiankę) oraz pęknięcia ziarniaków wywoływane różnego rodzaju stresem, np. nadmiarem opadów czy skokami temperatury. Na powierzchni porażonych organów tworzą się zarodniki konidialne, które są przyczyną rozprzestrzeniania się choroby na całą plantację. Znane są także stadia doskonałe *Fusarium*, które należą



Fot. 14. Fuzarioza kolb kukurydzy (fot. P. Beres)

do rodzaju *Gibberella*. W stadium doskonałym, w którym zachodzi proces płciowy, sprawca rozwija się saprofitycznie na resztkach roślinnych. Owocniki *Gibberella* spp. powstają na resztkach poźniwnych jesienią lub wiosną. Zarodniki uwalniane z worków przenoszone są na nadziemne części rośliny, gdzie kiełkują i dokonują infekcji. Najbardziej wrażliwe na infekcje są znamiona słupków. Chłodna i wilgotna pogoda w okresie, gdy znamiona znajdują się na zewnątrz, sprzyja licznym infekcjom. Na roślinie zarodniki workowe kiełkują, strzępka wnika przez łagiewkę pyłkową do zarodka, a następnie grzybnia przerasta do rdzenia kolby, skąd opanowuje kolejne ziarniaki. Dalej sprawca rozprzestrzenia się przez zarodniki konidialne.

Szkodliwość: grzyby z rodzaju *Fusarium* powodują nie tylko straty ilościowe plonu, ale przede wszystkim straty jakościowe. Przy silnym porażeniu ziarniaków może dojść do uszkodzenia zarodka i osłabienia siły kiełkowania. Największa jednak szkodliwość grzybów z rodzaju *Fusarium* i innych towarzyszących im gatunków polega na wytwarzaniu przez nie mykotoksyn, m.in. deoksyniwalenolu, zearalenonu i fumonizyn. Są to silne trujące dla ludzi i zwierząt hodowlanych.

Drobna plamistość liści kukurydzy

Sprawca: grzyb *Aureobasidium zeae*.

Objawy chorobowe: pierwsze objawy porażenia roślin można zaobserwować w czerwcu lub lipcu. Początkowo są to drobne, średnicy ok. 1–4 mm, chlorotyczne i dobrze widoczne pod światło plamki na liściach, pochwach liściowych i liściach okrywowych kolb. Później środek plam ulega nekrotyzacji, otoczony jest czerwono-brunatnym pierścieniem i prześwitującą jasną obwódką (fot. 15). Plamy stopniowo powiększają się i łączą ze sobą, pokrywając znaczną część zainfekowanych organów. Objawy chorobowe występują początkowo na liściach położonych najniżej, sukcesywnie przenosząc się w wyższe partie roślin.

Rozwój: grzybnia znajdująca się na resztkach poźniwnych rozmnaża się w sposób płciowy. W warunkach wysokiej wilgotności w zbitej grzybni tworzą się worki uwalniające zarodniki workowe, które przenoszone są na rośliny przez wiatr lub rozpryskujące się na powierzchni gleby krople deszczu. Aby doszło do infekcji, liście muszą być wilgotne, dlatego do silnego porażenia dochodzi w czasie deszczowej pogody lub podczas długo utrzymującej się rosy. Przy infekcji pierwotnej z gleby pierwsze objawy chorobowe widoczne są na dolnych liściach. Na powierzchni znekrotyzowanych tkanek tworzą się w czasie wegetacji zarodniki konidialne dokonujące licznych infekcji wtórnych na tej samej roślinie oraz na roślinach sąsiadujących. W przypadku nawiewania zarodników z sąsiednich pól jako pierwsze infekcji ulegają liście górne.



Fot. 15. Drobna plamistość liści kukurydzy (fot. P. Beres)

Szkodliwość: większe nasilenie drobnej plamistości liści kukurydzy obserwuje się w północnej i środkowej Polsce. Na południu kraju choroba liczniej występuje w lata chłodniejsze, z dużą ilością opadów. Silne opanowanie liści prowadzi do znacznej redukcji powierzchni asymilacyjnej, przedwczesnego dojrzewania i zamierania roślin. W konsekwencji dochodzi do znacznej obniżki wysokości i jakości plonu.

Żółta plamistość liści kukurydzy (tzw. helminthosporioza)

Sprawcy: grzyby z rodzaju *Helminthosporium* spp.

Objawy chorobowe: pierwsze zmiany chorobowe widoczne są na dolnych liściach, później stopniowo przesuwają się coraz wyżej, aż do liści okrywowych kolb. Mają one postać szarobrunatnych plam otoczonych czerwono-brunatną obwódką. Przebarwienia są owalne, wydłużone, o nieregularnych kształtach, najczęściej układające się wzdłuż nerwów (fot. 16). Wraz z postępującą infekcją plamy łączą się ze sobą, pokrywając znaczną część nadziemnych organów roślin.

Rozwój: grzyb zimuje na resztkach pożywnych w glebie w postaci chlamydospor i grzybni. Wiosną w sprzyjających warunkach tworzą się zarodniki konidialne przenoszone z wiatrem lub deszczem na dolne liście kukurydzy. Przy wilgotności 90–100% zarodniki tworzą strzępkę infekcyjną, która dokonuje infekcji. Dalsza produkcja zarodników postępuje na roślinie w miejscach zmienionych chorobowo. Wraz z wiatrem zarodniki mogą być prze-



Fot. 16. Żółta plamistość liści kukurydzy (fot. P. Bereś)

noszone na bardzo duże odległości. Infekcjom ulegają kolejne liście na roślinie oraz inne rośliny na plantacji. Choroba rozwija się w zakresie temperatur 10–36°C (optymalna to 25–31°C).

Szkodliwość: silnie opanowane liście zasychają, a całe rośliny są osłabione wskutek spadku powierzchni asymilacyjnej i gorszego odżywiania komórek. Przy silnym porażeniu następuje przedwczesne dojrzewanie roślin oraz gorsze wypełnienie ziarna, prowadzące do spadku wysokości i jakości plonu, zarówno kiszonki, jak i ziarna.

Rdza kukurydzy

Sprawca: grzyb *Puccinia sorghi*.

Objawy chorobowe: pierwsze symptomy porażenia występują najczęściej w sierpniu w okresie wypełniania ziarna, a w niektóre lata już w czerwcu lub lipcu. Na liściach tworzą się rdzawe, wydłużone, poduszeczkowate brodawki wielkości od 0,2 do 2 mm (fot. 17). Są one rozproszone po całej powierzchni blaszek liściowych po obu stronach. Przy silnej infekcji objawy chorobowe widoczne są także na łodygach i liściach okrywowych kolb. Pod koniec sezonu wegetacyjnego na liściach pojawiają się brunatnoczarne poduszeczki z zarodnikami przetrwalnikowymi.

Rozwój: rdza kukurydzy jest gatunkiem dwudomnym. Żywicielem wiosennym są chwasty szczawikowate, np. szczawik żółty (*Oxalis stricta* L.). Grzyb zimuje w postaci zarodni-



Fot. 17. Rdza kukurydzy (fot. P. Bereś)

ków przetrwalnikowych (teliospor) na resztkach poźniwnych w glebie. Wiosną teliospory kielkują w przedgrzybnię, na której formowane są bazydiospory zdolne do infekcji żywiciela wiosennego. Na szczawiku powstają spermogonia ze spermacjami, a następnie ecja z ecjosporami. Ecjospory przenoszone są przez wiatr na kukurydzę, gdzie dokonują infekcji. Optymalne warunki do infekcji to temperatura 16–20°C, wilgotność powyżej 95% i zwilżenie liści trwające przynajmniej 6 godzin. Po wnikięciu patogenu do tkanek roślinnych po pewnym czasie na liściach pojawiają się rdzawe skupienia zarodników letnich (urediniospor). W czasie wegetacji może powstać kilka generacji urediniospor, które przenoszone są przez wiatr na sąsiednie rośliny. Pod koniec sezonu wegetacyjnego powstaje ostatni rodzaj zarodników (teliospory) o charakterze przetrwalników, które zimują. Rdza kukurydzy może się także rozwijać z pominięciem żywiciela wiosennego. W czasie cieplejszej zimy w glebie zimuje grzybnia i urediniospory, które wiosną dokonują bezpośrednio infekcji kukurydzy.

Szkodliwość: niewielkie porażenie pojedynczych liści nie wpływa na wysokość plonu, natomiast silne opanowanie rośliny skutkuje znaczną redukcją powierzchni asymilacyjnej, co w konsekwencji prowadzi do wcześniejszego dojrzewania i zamierania kukurydzy oraz niepełnego zaziarnienia kolb. Straty ilościowe i jakościowe w plonach dotyczą zarówno kukurydzy uprawianej na kiszonkę, jak i na ziarno.

Na plantacjach kukurydzy, oprócz wyżej wymienionych, występuje szereg innych chorób. Są one powodowane m.in. przez organizmy grzybopodobne, bakterie oraz wirusy.

Jednak z uwagi na lokalny charakter ich występowania, a także na ograniczoną szkodliwość, zostały pominięte w opisie.

W związku z tym, że coraz więcej plantacji kukurydzy jest opanowywanych przez sprawców chorób, bardzo ważne staje się coroczne monitorowanie nasilenia ich występowania, co także jest konieczne dla potrzeb ustalenia optymalnego terminu zwalczania.

Aktualnie monitoring chorób kukurydzy obejmuje wyłącznie wizualne obserwacje roślin na obecność objawów chorobowych. Taki monitoring prowadzony jest od siewów po zbiór plonu. Obecnie nie ma żadnych pułapek wychwytyjących choćby zarodniki grzybów obecnych w kukurydzy, które mogłyby wspomagać decyzje. Obserwacje trzeba wykonywać na poszczególnych polach, na wszystkich wysianych odmianach, bowiem mogą się one różnić podatnością na porażenie przez patogeny.

W zaleceniach integrowanej ochrony kukurydzy przed chorobami stosuje się obecnie kilka metod zapobiegania ich licznemu pojawowi, a gdy okażą się niewystarczające, wówczas podejmuje się interwencyjne zwalczanie. Metody te najogólniej dzieli się na: agrotechniczne, hodowlane, biologiczne i chemiczne.

Dużą rolę w ograniczaniu licznego pojawu chorób odgrywa optymalna agrotechnika. Jeżeli tylko pozwalają względy organizacyjne gospodarstwa, to bardzo wskazana jest uprawa kukurydzy w zmianowaniu z innymi roślinami. Zachowanie płodozmianu pozwala obniżyć nasilenie występowania np. zgorzeli siewek, zgnilizny korzeni i zgorzeli podstawy łodygi, głowni kukurydzy, głowni pylącej, drobnej plamistości liści, choroby szalonych wiech i innych agrofagów. Przy stosowaniu zmianowania należy pamiętać, aby bezpośrednio przed lub zaraz po kukurydzy nie wysiewać zbóż, gdyż wiele gatunków grzybów, m.in. z rodzaju *Fusarium*, może porażać roślinę następczą należącą do rodziny traw.

Niezbędne jest także wybranie odpowiedniego stanowiska pod uprawę, które powinno zapewniać roślinom optymalne warunki do rozwoju. Należy więc unikać siewu na glebach słabych, miejsc zacienionych, podmokłych lub okresowo zalewanych przez wodę, a także na zbyt dużych wzniesieniach (ryzyko erozji). Jeżeli jest to możliwe, powinno się zastosować izolację przestrzenną np. od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych oraz większych skupisk chwastów (ugorów), co pozwala ograniczyć rozprzestrzenianie się niektórych sprawców chorób.

Gdy tylko pozwala na to temperatura, wskazany jest dość wczesny siew kukurydzy w starannie uprawioną glebę oraz optymalne nawożenie i terminowe wykonanie niezbędnych zabiegów pielęgnacyjnych. Czynności te stwarzają roślinom korzystne warunki do intensywnego wzrostu, dzięki czemu kukurydza może skutecznie obronić się przed silniejszym atakiem niektórych patogenów albo łatwiej przezwyciężyć skutki opanowania przez niektórych sprawców, np. przez grzyby z rodzaju *Pythium* spp. oraz *Fusarium* spp.

Bardzo ważnym zabiegiem dla utrzymania dobrej zdrowotności roślin jest zwalczanie chwastów, bowiem na niektórych gatunkach mogą rozwijać się patogeniczne dla kukurydzy grzyby i bakterie. Na małych arealach pod koniec czerwca i w lipcu wskazane jest wycinanie narośli głowni guzowatej, a także wiech i kolb opanowanych przez głownię pylącą oraz

chorobę szalonych wiech. Porażone organy roślin trzeba usuwać z plantacji i niszczyć (spalić). Po zbiorze kukurydzy słomę należy nisko skosić i pociąć na drobną sieczkę. Na ściern trzeba zastosować rozdrabniacz resztek, który zniszczy mechanicznie część zarodników grzybów chorobotwórczych. Rozdrobnione resztki poźniwne powinno się jeszcze przed nastaniem zimy przykryć glebą, by obecne na nich zarodniki grzybów i bakterie nie mogły wiosną wydostać się łatwo na powierzchnię gleby.

Wykaz najważniejszych metod niechemicznych stosowanych w kukurydzy w celu obniżenia zagrożenia ze strony sprawców chorób prezentuje tabela 14.

Tabela 14. Niechemiczne metody ochrony kukurydzy przed chorobami grzybowymi

Choroba	Sposoby ograniczania szkodliwości
Drobna plamistość liści kukurydzy	stosować płodozmian, zakupić kwalifikowany materiał siewny, przeprowadzić wczesny siew, stosować zbilansowane nawożenie, zwalczać zachwaszczenie i szkodniki (głównie mszyce), dokładnie rozdrabniać i głęboko przyorać resztki poźniwne
Fuzarioza kolb kukurydzy	stosować płodozmian, zastosować izolację przestrzenną od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych i innych zbóż, zakupić kwalifikowany materiał siewny, dobierać odmiany mniej podatne na porażenie, przeprowadzić wczesny siew, stosować zbilansowane nawożenie, zwalczać zachwaszczenie i szkodniki (głównie omacnicę prosowiankę i rolnice), terminowo zebrać plon, dokładnie rozdrabniać i głęboko przyorać resztki poźniwne
Głownia guzowata kukurydzy	stosować płodozmian, zastosować izolację przestrzenną od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych, zakupić kwalifikowany materiał siewny, dobierać odmiany mniej podatne na porażenie, przeprowadzić wczesny siew, stosować zbilansowane nawożenie, zwalczać zachwaszczenie i szkodniki (głównie ploniarkę zbożówkę i mszyce), usuwać porażone rośliny i je niszczyć poza plantacją, dokładnie rozdrabniać i głęboko przyorać resztki poźniwne
Głownia pyląca kukurydzy	stosować płodozmian, zastosować izolację przestrzenną od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych, zakupić kwalifikowany materiał siewny, dobierać odmiany mniej podatne na porażenie, przeprowadzić wczesny siew, stosować zbilansowane nawożenie, zwalczać zachwaszczenie i szkodniki (głównie ploniarkę zbożówkę i mszyce), usuwać porażone rośliny i je niszczyć poza plantacją, dokładnie rozdrabniać i głęboko przyorać resztki poźniwne
Żółta plamistość liści kukurydzy	stosować płodozmian, zastosować izolację przestrzenną od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych, zakupić kwalifikowany materiał siewny, przeprowadzić wczesny siew, stosować zbilansowane nawożenie, zwalczać zachwaszczenie i szkodniki (mszyce i wciornastki), dokładnie rozdrabniać i głęboko przyorać resztki poźniwne

Tabela 14. Niechemiczne metody ochrony kukurydzy przed chorobami grzybowymi – cd.

Choroba	Sposoby ograniczania szkodliwości
Rdza kukurydzy	stosować płodozmian, zastosować izolację przestrzenną od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych, zakupić kwalifikowany materiał siewny, przeprowadzić wczesny siew, stosować zbilansowane nawożenie, zwalczać zachwaszczenie (zwłaszcza szczawika żółtego) i szkodniki (mszyce i wciornastki), dokładnie rozdrabniać i głęboko przyorać resztki poźniwne
Zgnilizna korzeni i zgorzel podstawy łodygi, tzw. fuzarioza łodyg	stosować płodozmian, zastosować izolację przestrzenną od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych i innych zbóż, zakupić kwalifikowany materiał siewny, dobierać odmiany mniej podatne na porażenie, przeprowadzić wczesny siew, stosować zbilansowane nawożenie, zwalczać zachwaszczenie i szkodniki (głównie omacnicę prosowiankę i rolnice), terminowo zebrać plon, dokładnie rozdrabniać i głęboko przyorać resztki poźniwne
Zgorzel siewek	stosować płodozmian, zastosować izolację przestrzenną od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych i innych zbóż, zakupić kwalifikowany materiał siewny, przeprowadzić wczesny siew, stosować zbilansowane nawożenie, zwalczać zachwaszczenie, dokładnie rozdrabniać i głęboko przyorać resztki poźniwne

Źródło: Bereś i wsp. (2019)

W metodach niechemicznych pozwalających ograniczyć występowanie chorób kukurydzy podstawowe znaczenie ma dobór odmian mniej podatnych na porażenie (metoda hodowlana). Informacje na temat podatności dostępnych na rynku odmian m.in. na głównię kukurydzy, fuzariozę łodyg, fuzariozę kolb i choroby liści można znaleźć w Liściach Opisowych Odmian wydawanych przez COBORU, w materiałach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO), w periodykach producentów i dystrybutorów materiału siewnego oraz w pracach naukowych. Na rynku można znaleźć odmiany słabiej porażane przez głównię, fuzariozę, ale także przez choroby liści. Aktualnie nie ma w Polsce odmian kukurydzy odpornych na choroby.

Od sezonu wegetacyjnego 2021 w rejestrze środków biologicznych dostępnym na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi pojawił się pierwszy biopreparat do ograniczania niektórych sprawców chorób kukurydzy, który zawiera grzyb *Trichoderma asperellum*. Grzyb ten ma na celu ograniczanie rozwoju fuzariozy łodyg oraz fuzariozy kolb, jednak biopreparat aplikowany jest do gleby już w okresie wiosennym za pomocą dozownika do nawozów granulowanych. *Trichoderma asperellum* konkuruje z grzybami patogenicznymi, dlatego stosowany jest zapobiegawczo, ale może również pasożytować na grzybach chorobotwórczych. Rozwojowi grzyba sprzyja temperatura 10–25°C i pH gleby w zakresie 5,0–9,0 (tabela 15).

Tabela 15. Biofungicyd zarejestrowany do ochrony kukurydzy przed chorobami grzybowymi w 2024 roku

Preparat	Czynnik zwalczający	Postać biopreparatu	Sposób aplikacji	Liczba zabiegów	Dawka na hektar
Xilon	<i>Trichoderma asperellum</i> (szczep T34)	granule	rzędowo w trakcie siewu kukurydzy	1	10 kg

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW, stan na dzień 15.05.2024

Obok metod niechemicznych w ochronie kukurydzy przed chorobami stosuje się także ochronę chemiczną. W odniesieniu do chorób kukurydzy nie opracowano do tej pory progów ich ekonomicznej szkodliwości, które uzasadniałyby zasadność stosowania fungicydów, stąd też decyzje o użyciu preparatów podejmowane są na podstawie wiedzy i doświadczenia plantatora kukurydzy, a w szczególności na podstawie obserwacji dotyczących nasilenia występowania chorób z poprzedniego sezonu wegetacyjnego.

W ochronie chemicznej można wykorzystać preparaty chemiczne zarówno w postaci zapraw nasiennych, jak i fungicydów aplikowanych nalistnie.

Zaprawy nasienne przeznaczone są do zapobiegania pojawowi wczesnowiosennych chorób, takich jak: zgorzel siewek, głośnia kukurydzy oraz głośnia pyląca kukurydzy. Są one zwykle odgórnie stosowane przez hodowców lub dystrybutorów kwalifikowanego materiału siewnego, stąd też przed wyborem konkretnej odmiany warto wcześniej dowiedzieć się, jakim preparatem ziarno zostało zabezpieczone. Wykaz zapraw fungicydowych przeznaczonych do ochrony kukurydzy w 2024 roku zawiera tabela 16.

Tabela 16. Zaprawy fungicydowe zarejestrowane do ochrony kukurydzy przed chorobami grzybowymi w 2024 r.

Choroba	Preparat	Substancja czynna	Dawka
Zgorzel siewek, głośnia guzowata kukurydzy, głośnia pyląca kukurydzy	Alios 300 FS	tritikonazol	110 ml/100 kg ziarna
Zgorzel siewek	Redigo M 120 FS	metalaksyl + protiokonazol	15 ml/100 kg ziarna
Zgorzel siewek, głośnia pyląca kukurydzy	Vibrance 500 FS	sedaksan	2,5 ml/50 tys. ziarna 15 ml/50 tys. ziarna
Zgorzel siewek	Surrender*	fludioksonil	50 ml/100 kg ziarna

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW, stan na dzień 15.05.2024

*Preparat posiada w etykiecie zapis o stosowaniu w kukurydzy cukrowej

Do ograniczania szkodliwości chorób pojawiających się od późnej wiosny oraz w okresie lata wykorzystuje się fungicydy nalistne. Zarejestrowane preparaty są przeznaczone

głównie do ograniczania pojawu drobnej i żółtej plamistości liści, a dodatkowo przeciwko rdzy kukurydzy i fuzariozie kolb (tabela 17). Zazwyczaj fungicydy nalistne stosuje się w mieszaninach z insektycydem w celu ograniczenia kosztów ochrony roślin.

Tabela 17. Fungicydy nalistne zarejestrowane do zwalczania chorób grzybowych kukurydzy w 2024 r.

Choroba	Fungicyd	Substancja czynna	Dawka na hektar
Drobna plamistość liści, rdza kukurydzy, żółta plamistość liści	Retengo	piraklostrobina	0,7–1,0 l
żółta plamistość liści, drobna plamistość liści	Propulse 250 SE* Tavares 250 SE*	fluopyram + protiokonazol	1,0 l
Drobna plamistość liści	Patras Remora	azoksystrobina + tebukonazol	1,0 l
Żółta plamistość liści kukurydzy, fuzarioza kukurydzy	Belanty* Dynergy* Vayo*	mefentriflukonazol	1,25 l
Drobna plamistość liści, żółta plamistość liści rdza kukurydzy	Insignia	piraklostrobina	1,0 kg/ha
Żółta plamistość liści, drobna plamistość liści	Agristar 250 SC Agristar Bis 250 SC Alissa Azbany 250 SC AzoGuard Azoksystrobi 250 SC Azoscan 250 SC Azoxyloc Aztek 250 SC Azyl 250 SC Demeter 250 SC Erazor Komilfo 250 SC Korazzo 250 SC Kystro 250 SC Rezat 250 SC Strobin 250 Strobin 250-I Strobin 250-II Tascom 250 SC Tazer 250 SC Tiger 250 SC Zetar 250 SC	azoksystrobina	1,0 l

Źródło: Rejestr środków ochrony roślin MRiRW, stan na dzień 15.05.2024

*Preparat posiada w etykiecie zapis o stosowaniu w kukurydzy cukrowej

4. LITERATURA

- Bereś P.K. (red.). 2014. Atlas szkodników roślin rolniczych. Wydawnictwo Hortpress, Warszawa, 160 ss.
- Bereś P.K., Mrówczyński M. (red.). 2013. Metodyka integrowanej ochrony kukurydzy dla producentów. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 67 ss.
- Bereś P.K., Strażyński P., Mrówczyński M. (red.). 2019. Metodyka integrowanej ochrony kukurydzy dla doradców. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 295 ss.
- Bereś P.K., Korbas M., Michalski T., Gaj R., Wachowiak M., Siódmiak J., Paradowski A. 2013. Integrowana ochrona kukurydzy. s. 83–155. W: „Integrowana ochrona upraw rolniczych. Zastosowanie integrowanej ochrony.” Tom 2. (M. Mrówczyński, red.). PWRiL, Poznań, 286 ss.
- Bereś P.K., Mrówczyński M., Kierzek R., Węgorek P., Sosnowska D., Korbas M., Matyjaszyk E., Sulewska H., Adamczyk J., Szulc P., Warzecha R., Siekaniec Ł., Janiak W., Paradowski A., Fiedler Ż., Olejarski P., Krawczyk K., Trzmiel K., Zamojska J., Pruszyński G., Danielewicz J., Wachowiak H., Gorzała G., Obst A., Piątek E. 2017. Metodyka integrowanej ochrony i produkcji kukurydzy dla doradców. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 261 ss.
- Bereś P.K., Erlichowski T., Piszczek J., Pruszyński G., Ulatowska A. 2017. Atlas szkodników roślin rolniczych. Hortpress, Warszawa, 191 ss.,
- Bereś P.K., Szulc P., Idziak R., Sobiech Ł., Siekaniec Ł., Kolan K., Wachowski A. 2017. Kukurydza. Identyfikacja agrofagów oraz niedoborów pokarmowych. AgroProfil, Suchy Las, 159 ss.
- Kaniuczak Z., Pruszyński S. (red.). 2007. Integrowana produkcja kukurydzy. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 78 ss.
- Korbas M., Czubiński T., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Danielewicz J. 2015. Atlas chorób roślin rolniczych dla praktyków. Polskie Wydawnictwo Rolnicze, Poznań, 368 ss.
- Korbas M., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Danielewicz J. 2016. Atlas chorób roślin rolniczych. Hortpress, Warszawa, 212 ss.
- Paradowski A. 2013. Atlas chwastów. Plantpress, Kraków, 229 ss.
- Paradowski A. 2015a. Atlas chwastów. Hortpress, Warszawa, 208 ss.
- Paradowski A. 2015b. Herbologia w tabelach. Osadkowski, Oleśnica, 508 ss.
- Prończuk M., Bojanowski J., Warzecha R. 2004. Effect of leaf infection by *Kabatiella zeae* on stalk rot prevalence and grain yield of maize hybrids. Journal of Phytopathology 152: 410–415.



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
tel. 61 864 90 06, e-mail: sekretariat@iorpib.poznan.pl
www.ior.poznan.pl

ISBN 978-83-64655-94-4

