ISBN 978-83-89867-97-1

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony kukurydzy

dla producentów

Poznań 2013

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
Dyrektor – Prof. dr hab. Danuta Sosnowska

ZAKŁAD TRANSFERU WIEDZY I INNOWACJI
Kierownik – Dr Stefan Wolny

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:
Dr Pawła K. Beresia i Prof. dr hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:
Prof. dr hab. Tadeusz Michalski[3,4]

Autorzy opracowania:
Dr Paweł K. Bereś[1] (szkodniki, choroby grzybowe)
Prof. dr hab. Marek Mrówczyński[2] (szkodniki)
Prof. dr hab. Marek Korbas[2] (choroby grzybowe)
Dr hab. Roman Kierzek[2] (chwasty)
Prof. dr hab. Paweł Węgorek[2] (zwierzyna łowna)
Prof. dr hab. Hanna Sulewska[3] (agrotechnika)
Dr hab. Piotr Szulc[3] (nawożenie)
Dr Jerzy Siódmiak[5] (odmiany)
Mgr Jakub Danielewicz[2] (choroby grzybowe)
Dr Katarzyna Trzmiel[2] (choroby wirusowe)
Dr Krzysztof Krawczyk[2] (choroby bakteryjne)
Dr Joanna Zamojska[2] (zwierzyna łowna)
Mgr Grzegorz Pruszyński[2] (organizmy pożyteczne)
Mgr Sławomir Drzewiecki[6] (szkodniki)

[1] Instytut Ochrony Roślin – PIB, Terenowa Stacja Doświadczalna, Rzeszów
[2] Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań
[3] Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań
[4] Polski Związek Producentów Kukurydzy, Poznań
[5] Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka
[6] Instytut Ochrony Roślin – PIB, Oddział Sośnicowice

Korekta redakcyjna:
Mgr Danuta Wolna, Mgr Hanna Kazikowska

Program Wieloletni 2011–2015
"Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska"
1.1. Aktualizacja i opracowanie metodyk integrowanej ochrony roślin

ISBN 978-83-89867-97-1

Nakład: 100 egz.
Opracowanie graficzne, skład oraz projekt okładki: Mgr inż. Dominik Krawczyk
Druk: TOTEM, ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław, www.totem.com.pl

SPIS TREŚCI

I. Wstęp 3

II. Ogólne zasady agrotechniki istotne w integrowanej ochronie roślin 4

1. Stanowisko i płodozmian 4
2. Przygotowanie gleby 4
3. Nawożenie zrównoważone 5
4. Dobór odmiany 8
5. Siew 10

III. Ograniczanie zachwaszczenia 12

1. Najważniejsze gatunki chwastów 12
2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia 17
3. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia 19
   3.1. Metody określania liczebności i progi szkodliwości 20
   3.2. Systemy wspomagania decyzji 21
   3.3. Dobór środka ochrony roślin i dawki 21

IV. Ograniczanie sprawców chorób 26

1. Najważniejsze choroby grzybowe 27
2. Najważniejsze choroby wirusowe 32
3. Najważniejsze choroby bakteryjne 34
4. Niechemiczne metody ochrony 37
5. Chemiczne metody ochrony 37
   5.1. Metody określania liczebności i progi szkodliwości 37
   5.2. Systemy wspomagania decyzji 37
   5.3. Dobór środka ochrony roślin i dawki 37

V. Ograniczanie strat powodowanych przez szkodniki 39

1. Najważniejsze gatunki szkodników 41
2. Niechemiczne metody ochrony 45
3. Chemiczne metody ochrony 49

3.1. Metody określania liczebności i progi szkodliwości 50
3.2. Systemy wspomagania decyzji 54
3.3. Dobór środka ochrony roślin i dawki 54
4. Ograniczanie strat powodowanych przez zwierzęta łowne 55
5. Ochrona entomofauny pożytecznej 57

VI. Przygotowanie do zbioru, zbiór, transport i przechowywanie 59

VII. Fazy rozwojowe kukurydzy 61

VIII. Dokumentacja stosowania zabiegów i prowadzenia integrowanej ochrony roślin 65

IX. Literatura uzupełniająca 66

Sulewska H. 2008b. Obserwuj czarną plamkę. Rolnik Dzierżawca 9: 44–48.

Sulewska H. 2013. Wskazany rzadszy siew kukurydzy. Farmer 4: 44–47.

Sulewska H., Koziara W., Ptaszyńska G., Panasiewicz K. 2008. Segregacja transgresyjna w pokoleniu F_2 mieszańców kukurydzy uprawianych na ziarno i kiszonkę. Acta Sci. Pol. Agricultura 7 (3): 115–123.

Szulc P. 2013. Porażenie chorobami roślin dwóch typów odmian mieszańcowych kukurydzy w zależności od formy nawozu azotowego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 53 (1): 146–149.

Trzmiel K. 2011. Potencjalna szkodliwość wirusa karłowej mozaiki kukurydzy (*Maize dwarf mosaic virus*, MDMV) i wirusa mozaiki trzciny cukrowej (*Sugarcane mosaic virus*, SCMV) dla kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 51 (1): 307–310.

Trzmiel K., Jeżewska M. 2006. Wstępne wyniki badań nad wirusami występującymi na kukurydzy w Polsce. Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Roślin 46 (1): 439–445.

Trzmiel K., Lubik M. 2011. Występowanie wirusów: żółtej karłowatości jęczmienia MAV, żółtej karłowatości jęczmienia – PAV, żółtej karłowatości zbóż - RPV na kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 51 (1): 311–314.

Trzmiel K., Szydło W. 2012. Występowanie i charakterystyka wirusa smugowatej mozaiki pszenicy (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) na kukurydzy w Polsce. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 52 (3): 707–713.

Woźnica Z. 2012. Herbologia. Podstawy Biologii, Ekologii i Zwalczania Chwastów. PWRiL, Poznań, 438 ss.

IX. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Adamczewski K., Matysiak K. 2011. Kukurydza *Zea mays* L. s. 27–30. W: „Klucz do Określania Faz Rozwojowych Roślin Jedno- i Dwuliściennych w Skali BBCH" [K. Adamczewski, K. Matysiak – tłumaczenie i adaptacja]. Wyd. III. Inst. Ochr. Roślin, Poznań, 132 ss.

Bereś P.K. 2008. Przydatność kruszynka w zwalczaniu omacnicy prosowianki. Ochrona Roślin 6: 11–14.

Bereś P.K. 2013. Studium nad doskonaleniem integrowanej ochrony kukurydzy przed zachodnią kukurydzianą stonką korzeniową (*Diabrotica virgifera viegifera* LeConte) i omacnicą prosowianką (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Rozprawy Naukowe Inst. Ochr. Roślin 29, 183 ss.

Bereś P.K., Kaniuczak Z., Tekiela A., Mrówczyński M., Pruszyński G., Paradowski A. 2007. Ochrona kukurydzy przed agrofagami w integrowanej produkcji. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (4): 275–284.

Bereś P.K., Pruszyński G. 2008. Ochrona kukurydzy przed szkodnikami w produkcji integrowanej. Acta Sci. Pol., Agricultura 7 (4): 19–32.

Domańska H. 1980. Chwasty i ich Zwalczanie. Wyd. III. PWRiL, Warszawa, 314 ss.

Dubas A. (red.). 2004. Technologia Produkcji Kukurydzy. Wieś Jutra, Warszawa, 133 ss.

Gołębiowska H., Kaus A. 2009. Wpływ zróżnicowanych systemów uprawy na stan zachwaszczenia kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 49 (2): 792–796.

Grzebisz W. 2008. Nawożenie Roślin Uprawnych. Podstawy Nawożenia. Tom 1. PWRiL, Warszawa, 424 ss.

Grzebisz W. 2009. Nawożenie Roślin Uprawnych. Tom 2. Nawozy i Systemy Nawożenia. PWRiL, Warszawa, 375 ss.

Grzebisz W. 2012. Technologie Nawożenia Roślin Uprawnych. Fizjologia Plonowania. Zboża i Kukurydza. Tom 2. PWRiL, Warszawa, 280 ss.

Jazic P., Sulewska H. 2007. Zagrożenia wynikające z uprawy kukurydzy w monokulturze. Poradnik Gospodarski 2: 26–27.

Kaniuczak Z., Pruszyński S. (red.). 2007. Integrowana Produkcja Kukurydzy. Inst. Ochr. Roślin, Poznań, 78 ss.

Korbas M. 2006. Głownie kukurydzy i inne choroby – szkodliwość i możliwości zwalczania. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 46 (1): 354–357.

Korbas M. 2007. Głownia pyląca kukurydzy (*Sphacelotheca reiliana*) – nowe zagrożenie w Polsce. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (2): 136–140.

Korbas M. 2010. Crazy top już w Polsce. Top Agrar Polska 11: 66–67.

Krawczyk K., Kamasa J., Zwolińska A., Maćkowiak-Sochacka A. 2011. Występowanie, charakterystyka i diagnostyka chorób bakteryjnych kukurydzy w Polsce. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 51 (2): 656–661.

Lisowicz F. 1996. Teoretyczne i praktyczne podstawy zastosowania metod integrowanych w ochronie kukurydzy przed szkodnikami. Prace Naukowe Inst. Ochr. Roślin 26 (1/2): 5–46.

Mrówczyński M., Boroń M., Wachowiak H., Zielińska W. 2004. Atlas Szkodników Kukurydzy. Inst. Ochr. Roślin, Poznań, Syngenta Crop Protection, Warszawa, 78 ss.

Podkówka Z. 2013. Złote zasady przygotowania kiszonki. Kukurydza, Syngenta: 48–50.

Pruszyński S., Wolny S. 2007. Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin. Inst. Ochr. Roślin, Poznań, 80 ss.

Stupnicka-Rodzynkiewicz E., Lepiarczyk A. 2004. Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. Acta Agr. Silv. 34: 127–130.

Sulewska H. 2008a. Kukurydza w monokulturze – zagrożenia. Poradnik Rolnika, Agrotechnika 3: 22–24.

I. WSTĘP

Od stycznia 2014 r. w Unii Europejskiej wchodzi w życie obowiązek uprawy roślin, w tym kukurydzy, zgodnie z zasadami integrowanej ochrony. Opracowanie ma służyć pomocą rolnikom i doradcom w ich wdrażaniu w produkcji kukurydzy niezależnie od jej przeznaczenia. W integrowanej ochronie roślin przed agrofagami, pierwszeństwo stosowania mają metody niechemiczne (agrotechniczne, mechaniczne, fizyczne, biologiczne, hodowlane i inne), a gdy okażą się niewystarczające, wówczas będzie można zastosować w sposób racjonalny metodę chemiczną. Procedura użycia chemicznego środka ochrony roślin wymaga jednak spełnienia pewnych ściśle określonych warunków, jak np. oparcie decyzji o przeprowadzeniu zabiegu o analizę ekonomiczną przewidywanej, potencjalnej straty plonu na podstawie prawidłowej diagnostyki agrofaga i oceny progu szkodliwości; fachowego przygotowania osoby wykonującej zabieg chemiczny; urzędowego certyfikatu sprawności technicznej opryskiwacza; bezwzględnego przestrzegania etykiety stosowania środka ochrony roślin, w tym okresu jego karencji. W integrowanej ochronie roślin nie zakłada się całkowitej likwidacji populacji organizmu szkodliwego, lecz ograniczenie liczebności do takiego poziomu, który nie powoduje strat gospodarczych i środowiskowych.

REALIZACJA INTEGROWANEJ OCHRONY WYMAGA M. IN.:

- umiejętności rozpoznawania gatunków agrofagów oraz znajomości ich biologii i sposobu zachowania się w różnych warunkach pogodowych,
- znajomości jego wrogów naturalnych i antagonistów oraz ich biologii,
- wiedzy o wymaganiach i rozwoju chronionego gatunku rośliny uprawnej,
- dostępu do informacji o prognozowanych terminach pojawu organizmu szkodliwego oraz rzeczywistej oceny jego nasilenia i dalszego rozwoju,
- znajomości progów ekonomicznej szkodliwości organizmu szkodliwego oraz umiejętności ich wykorzystania w warunkach konkretnej uprawy,
- wiedzy o różnych metodach profilaktyki i zwalczania z umiejętnością ich integracji,
- dostępu do danych glebowych i meteorologicznych miejsca uprawy oraz oceny ich wpływu na rozwój populacji organizmu szkodliwego,
- zdolności przewidywania potencjalnych niekorzystnych skutków ubocznych podejmowanych zabiegów ochrony roślin dla człowieka i środowiska.

INTEGROWANA OCHRONA ROŚLIN
(ang. Integrated Pest Management - IPM)

jest to sposób ochrony roślin uprawnych przed organizmami szkodliwymi (grzybami, bakteriami, wirusami i innymi czynnikami chorobotwórczymi; owadami; roztoczami; nicieniami; chwastami lub zwierzętami kręgowymi), polegający na wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod profilaktyki i ochrony roślin, w szczególności metod niechemicznych, w celu zminimalizowania potencjalnego zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz środowiska. Celem Integrowanej Ochrony Roślin jest utrzymanie populacji agrofagów poniżej progów szkodliwości oraz zabezpieczenia efektu ekonomicznego produkcji.

Przydatne adresy stron internetowych:

www.ior.poznan.pl – Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
www.minrol.gov.pl – Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
www.piorin.gov.pl – Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Główny Inspektorat w Warszawie
www.ihar.edu.pl – Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
www.iung.pulawy.pl – Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
www.ios.edu.pl – Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy
www.pzh.gov.pl – Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny
www.coboru.pl – Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej
www.kukurydza.info.pl – Polski Związek Producentów Kukurydzy

II. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN

1. Stanowisko i płodozmian

Dobór stanowiska pod kukurydzę należy wiązać z żyznością gleby. Na glebach żyznych, kompleksów pszennych i żytnich dobrych można z powodzeniem uprawiać ją po zbożach, natomiast na glebach kompleksu żytniego słabego, zasiewy powinny poprzedzać rośliny poprawiające stanowisko (okopowe, strączkowe, mieszanki motylkowych z trawami lub zbożami).
Kukurydza może być uprawiana na oborniku. Bardzo dobrym rozwiązaniem zwłaszcza w płodozmianach wysyconych zbożami jest poprzedzająca kukurydzę uprawa międzyplonu ozimego wyki z żytem.
Kukurydza w płodozmianie, nawet uproszczonym, plonuje o 10–20 wyżej niż w monokulturze. Rezygnując ze zmianowania naraża się rośliny na działanie czynników stresowych, związanych z występowaniem między innymi chorób, szkodników, chwastów, jak również pogorszeniem jakości siedliska poprzez jednostronne wyczerpanie składników pokarmowych.
Po zbiorze plonu ziarna, na polu pozostają duże ilości słomy, stanowiące z jednej strony cenne źródło materii organicznej i składników pokarmowych, zwłaszcza potasu, a z drugiej niosące zagrożenie dla uprawy tego gatunku w kolejnych latach z powodu obecności w resztkach pożniwnych wielu agrofagów. Właściwe i staranne zagospodarowanie resztek decyduje w dużej mierze o zdrowotności plantacji zakładanej na polu w kolejnych latach.

2. Przygotowanie gleby

Kukurydza mimo oszczędnej gospodarki wodnej zużywa ogromne ilości wody. Woda powinna być gromadzona już w trakcie zabiegów jesiennych oraz w okresie zimy. Podstawę uprawy powinna stanowić podorywka wykonana bezpośrednio po zbiorze przedplonu.

VIII. DOKUMENTACJA STOSOWANIA ZABIEGÓW I PROWADZENIA INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN

W Polsce obowiązek ewidencji zabiegów reguluje art. 71. Ustawy o ochronie roślin. Oprócz danych personalnych, danych gospodarstwa (mapa pól, ponumerowane parcele) i danych dotyczących opryskiwaczy należy rejestrować wszystkie zabiegi środkami ochrony roślin według poniższego schematu.

PRZYKŁADOWA TABELA DO PROWADZENIA EWIDENCJI ZABIEGÓW OCHRONY ROŚLIN

L.p.	Termin wykonania zabiegu	Nazwa uprawianej rośliny (odmiana)	Powierzchnia uprawy w gospodarstwie [ha]	Wielkość powierzchni, na której wykonano zabieg [ha]	Numer pola	Zastosowany środek ochrony roślin			Przyczyna zastosowania środka ochrony roślin z podaniem nazwy choroby, szkodnika lub chwastu	Uwagi		
						Nazwa handlowa	Nazwa substancji czynnej	Dawka [l/ha]; [kg/ha] lub stężenie [%]		Faza rozwojowa uprawianej rośliny	Warunki pogodowe podczas zabiegu	Skuteczność zabiegu
1.												
2.												
3.												

Ewidencję należy przechowywać, przez co najmniej trzy lata od wykonania zabiegu. Prowadzenie ewidencji zabiegów ma duże znaczenie w przypadku ewentualnych komplikacji w trakcie i po zabiegu: zatrucie osób, zatrucie pszczół, uszkodzenie sąsiednich upraw na skutek zniesienia cieczy. Może także być pomocna przy wyborze roślin następczych w płodozmianie. Prowadzona starannie jest cennym źródłem informacji o zużyciu środków ochrony roślin i prawidłowości ich stosowania.
Dokumentację prowadzenia integrowanej ochrony roślin z wykorzystaniem metod wymienionych w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505) dotyczącą między innymi zastosowanego płodozmianu; terminu siewu/sadzenia i obsady roślin; agrotechniki; wykorzystanych odmian odpornych lub tolerancyjnych na organizmy szkodliwe; przeprowadzonego nawożenia, nawadniania i wapnowania oraz czyszczenia i dezynfekcji maszyn, opakowań i innych przedmiotów; czy też podjętej ochrony organizmów pożytecznych oraz stwarzania warunków sprzyjających ich występowaniu itd. powinno się przechowywać przez co najmniej trzy lata.

63 69

79 89

Klasyczna uprawa kukurydzy zakłada orkę zimową, jednak gatunek ten dobrze znosi wszelkie uproszczenia, w tym spłycanie orki, które pozwalają ograniczyć ponoszone nakłady. Przy stosowaniu międzyplonów orkę wykonuje się wiosną, odpowiednio wcześnie, tak aby gleba zdążyła się odleżeć przed wysiewem ziarna. Uprawę po orce jesiennej, pozostawionej w ostrych skibach, rozpoczyna włókowanie, a następnie stosuje się agregat przedsiewny. Wiosenna uprawa roli powinna być płytka, nie głębsza niż na 4–5 cm. Celem jest jak najmniejsze przesuszenie gleby, gwarantujące ziarniakom podsiąkanie wody od dołu poprzez nieprzerwane kapilary oraz zapewnienie dostępu powietrza i ciepła od góry. Takie warunki zapewniają równomierne wschody roślin.

Szerokie międzyrzędzia sprzyjają erozji wodnej i wietrznej. Uproszczenia w uprawie, a zwłaszcza siew bezpośredni z pominięciem orki, ograniczają ten problem. Stosowanie siewów bezpośrednich nie jest jednak łatwe. Zapewnienie właściwej obsady roślin, stanowi największy problem. W praktyce siewy bezpośrednie i uproszczenia w uprawie roli pod kukurydzę stosuje coraz więcej rolników, jednak podstawowym warunkiem jest posiadanie specjalistycznego sprzętu.

W Europie coraz bardziej popularna staje się uprawa pasowa, pozwalająca pogodzić wymagania rośliny z nakazami ochrony gleby, wody i powietrza.

Prawidłowo wykonana uprawa roli jest ważnym elementem integrowanej ochrony kukurydzy ograniczającym zagrożenie ze strony niektórych chwastów, chorób i szkodników.

3. Nawożenie zrównoważone

Prawidłowe nawożenie kukurydzy musi uwzględniać efektywność działania nawozów oraz środowiskowe skutki aplikacji. W związku z tym dobra praktyka rolnicza wymaga od producenta rolnego przestrzegania określonych zasad dotyczących sposobów i terminów ich stosowania. Tylko takie postępowanie decyduje o uzyskaniu wysokiego plonu o dobrej jakości, przy możliwie relatywnie niskich kosztach produkcji.

Azot

Potrzeby pokarmowe kukurydzy rosną wraz z postępem wegetacji, zwłaszcza w odniesieniu do azotu, którego większa cześć pobierana jest w czasie kwitnienia.

Kukurydza jako jeden z nielicznych gatunków mogących asymilować węgiel torem C_4, wymaga nie tylko ciepła, ale także dobrego zaopatrzenia w składniki pokarmowe, przy jednocześnie odpowiednim odczynie gleby (pH 6–7,2).

Przed przystąpieniem do opracowania technologii nawożenia kukurydzy azotem, należy przyjąć następujące założenia:

- trzeba stworzyć warunki do optymalnego działania składnika w zastosowanym nawozie azotowym,
- azot należy stosować w dawce maksymalnej dla realizacji celów produkcyjnych, ale jednocześnie minimalnej, aby zrealizować zadania wynikające z zasad ochrony środowiska (uprawa integrowana, eutrofizacja środowiska naturalnego).

Podstawą uzyskania wysokiego plonu kukurydzy są warunki wzrostu roślin w fazie rozwijania 5–6 liści, gdy kształtuje się pierwotna struktura plonu ziarna. Drugą krytyczną fazą zapotrzebowania kukurydzy na azot jest okres od fazy 6–7 liści do stadium pełni formowania się wiechy.

Najbardziej precyzyjnym sposobem wyliczenia wielkości dawki azotu pod kukurydzę jest wykonanie bilansu tego składnika. W metodzie tej uwzględnia się jakość i rodzaj gleby, mineralizację materii or-

ganicznej powstałej z resztek pożniwnych (rodzaj przedplonu), zastosowane nawozy organiczne oraz potrzeby wapnowania. Jednak zdecydowanie lepszą metodą określenia zasobności gleby w azot mineralny jest przeprowadzenie testu N_{min}. Polega ona na oznaczeniu wiosną dwóch form azotu: NO_3 (forma azotanowa) i NH_4 (forma amonowa) w 60 cm profilu gleby. Znając ilość azotu mineralnego w glebie oraz jednostkowe zapotrzebowanie kukurydzy względem tego składnika, można przystąpić do wyliczenia wielkości dawki azotu.

Ze względu na swoistą dynamikę pobierania azotu przez kukurydzę, dawka azotu powinna być podzielona i stosowana w dwóch terminach. Pierwsza, przedsiewna część dawki powinna wynosić około 60–70% całkowitego zapotrzebowania kukurydzy względem tego składnika. Jeżeli gleba jest lekka, o słabym kompleksie sorpcyjnym, wówczas wielkość dawki powinno się zmniejszyć. Pozostałą część azotu należy zastosować w okresie od wschodów do fazy sześciu/siedmiu liści.

Stosowanie wyłącznie jednej dawki azotu, wysiewanej tradycyjnie przed siewem kukurydzy powinno być wykonane wyłącznie na glebach ciężkich lub średnich. Nawożenie przedsiewne w jednej dawce należy przeprowadzić z wykorzystaniem nawozów azotowych wolniej działających (mocznik, siarczan amonu) na około 2 tygodnie przed siewem kukurydzy.

Bardzo ważnym zagadnieniem w przypadku opracowania technologii nawożenia kukurydzy azotem jest rozpoznanie profilu genetycznego wybranej odmiany do uprawy. Klasyczny model pobierania azotu przez kukurydzę polega na tym, że rośliny akumulują 85–100% potrzebnego składnika w fazie wzrostu wegetatywnego, natomiast podczas fazy nalewania ziarna zachodzi proces przemieszczania związków organicznych azotu z zasobów zgromadzonych w fazie wzrostu wegetatywnego i niewielkie pobranie z zasobów glebowych. Dotyczy to wyłącznie odmian klasycznych, niebędących zielonymi niemal do końca wegetacji (tzw. typ „stay-green").

Fosfor

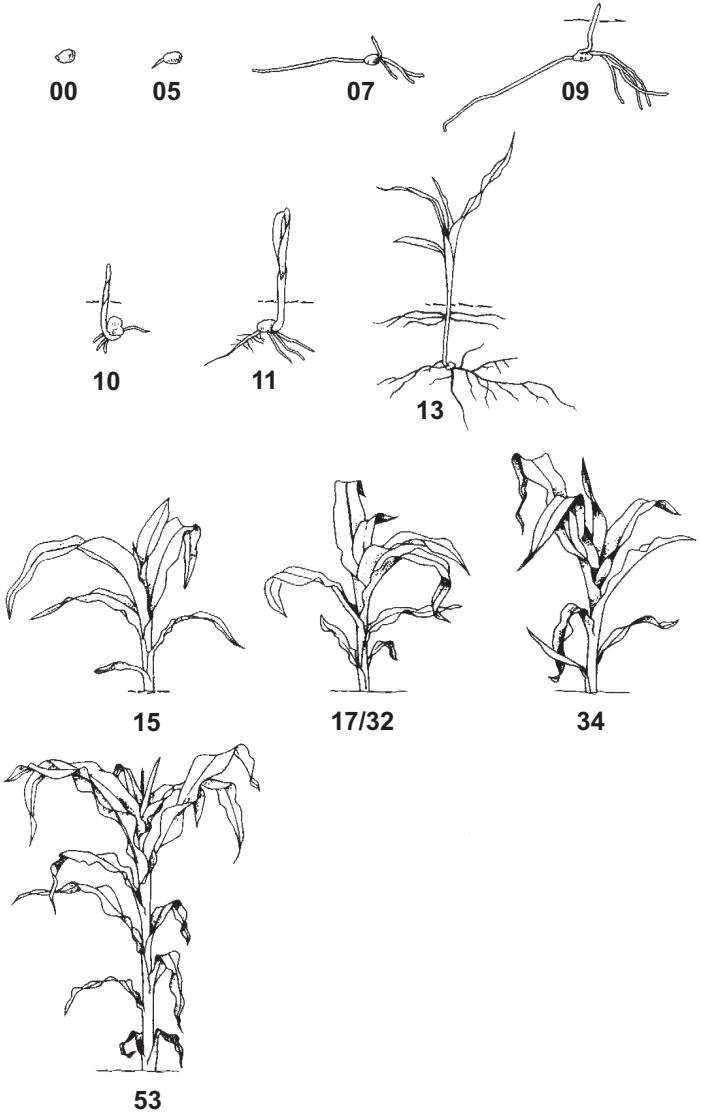
Fosfor spełnia ważne funkcje w procesach życiowych rośliny, takich jak fotosynteza i oddychanie. Przy prawidłowym nawożeniu fosforem rośliny osiągają wyższą wydajność procesu fotosyntezy oraz oszczędniej gospodarują wodą. Makroelement ten pobierany jest przez kukurydzę z gleby już od początku wegetacji, ponieważ w dwa tygodnie po skiełkowaniu, zapasy fosforu w ziarnie ulegają wyczerpaniu. W miarę upływu okresu wegetacji pobieranie wzrasta i trwa aż do momentu dojrzałości pełnej ziarna (nalewanie ziarna). Krytyczne fazy zapotrzebowania na ten składnik pokarmowy występują od kiełkowania do fazy sześciu/ośmiu liści oraz w okresie dojrzewania.

Pod kukurydzę można zastosować wszystkie dostępne w kraju nawozy fosforowe w postaci superfosfatów, natomiast na glebach lżejszych superfosfat magnezowy. Należy jednocześnie pamiętać, że jednym ze sposobów zwiększenia dostępności fosforu dla kukurydzy jest utrzymanie odczynu gleby na pograniczu lekko kwaśnego i obojętnego. W zakresie takiego odczynu gleby fosfor jest najłatwiej dostępny dla rośliny i wówczas rodzaj nawozu fosforowego nie odgrywa już tak istotnej roli.

Potas

Potas jest intensywnie pobierany przez kukurydzę od fazy 5–6 liści do kwitnienia, po czym zapotrzebowanie na ten składnik stopniowo maleje. Dostatecznie wysoka zasobność gleby w potas pozwala kukurydzy efektywnie gospodarować wodą, co ma wpływ na kwitnienie, zawiązywanie ziarniaków oraz zwiększa odporność na choroby i niesprzyjające warunki siedliska. Deficyt potasu objawia się zahamowaniem wzrostu roślin, nienaturalnym ciemnozielonym zabarwieniem liści, powstawaniem nekrotycznych plam na brzegach liści, słabym wypełnieniem ziarna oraz zwiększeniem skłonności do

Kukurydza



© 1990: BASF AG

33 Faza 3 kolanka
3 . Fazy trwają aż do ...
39 Faza 9 lub więcej kolanek[3]

Główna faza rozwojowa 5: Rozwój wiechy, kłoszenie
51 Początek ukazania się wiechy
53 Widoczny wierzchołek wiechy
55 Wiecha wysunięta do połowy, środek wiechy zaczyna się rozdzielać
59 Wiecha całkowicie widoczna i w pełni ukształtowana

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie, zapłodnienie
61 (M) Widoczne pręciki w kłoskach środkowej części
(F) Kolba wyłania się z pochwy liściowej
63 (M) Początek pylenia
(F) Widoczne znamiona słupków
65 (M) Kwitnienie górnej i dolnej części wiechy
(F) Znamiona słupków całkowicie wykształcone
67 (M) Pełnia kwitnienia
(F) Obumieranie znamion i szyjek słupków (brązowienie)
69 Koniec fazy kwitnienia: znamiona i szyjki słupków suche (obumarłe)

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój ziarniaków
71 Rozwój pierwszych ziarniaków o konsystencji wodnistej, zawierają około 16% suchej masy
73 Początek dojrzałości mlecznej ziarniaków
75 Pełna dojrzałość mleczna ziarniaków, zawierają około 40% suchej masy
79 Ziarniaki osiągają typową wielkość

Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie
83 Początek dojrzałości woskowej ziarniaków, ziarniaki miękkie zawierają około 45% suchej masy
85 Pełna dojrzałość woskowa ziarniaków, ziarniaki o typowym zabarwieniu zawierają około 55% suchej masy
87 Dojrzałość fizjologiczna, widoczne czarne punkty u podstawy ziarniaka zawierają około 60% suchej masy
89 Dojrzałość pełna, ziarniaki twarde i błyszczące zawierają około 65% suchej masy

Główna faza rozwojowa 9: Zamieranie
97 Roślina więdnie i zamiera
99 Zebrane kolby kukurydzy, ziarno, okres spoczynku

[3] Wiecha może pojawić się wcześniej, w tym przypadku jej rozwój jest kontynuowany w głównej fazie rozwojowej 5

wylegania, zwłaszcza przy intensywnym nawożeniu azotowym. Znając zasobność gleby, wymagania pokarmowe, wielkość spodziewanego plonu oraz jego przeznaczenie, można w pełni zbilansować potrzeby pokarmowe kukurydzy względem tego składnika. Z nawozów potasowych stosowanych przedsiewnie najlepszymi są: siarczan potasu lub wysokoprocentowe sole potasowe. Nawozy potasowe w uprawie kukurydzy najlepiej wysiewać jednorazowo, przedsiewnie w okresie wykonywania zabiegów przygotowujących rolę do siewu.

Magnez

Kukurydza w ciągu roku pobiera od 30 do nawet 70–80 kg MgO/ha. Objawami braku magnezu u młodych roślin jest powstawanie jasnych przebarwień wzdłuż nerwów liściowych, a w okresie późniejszym zaburzenia w przebiegu kwitnienia i zapylania, co ogranicza zawiązywanie kolb oraz pogarsza zaziarnienie. Okres krytyczny pod względem zapotrzebowania na Mg przypada w okresie zawiązywania i dojrzewania ziarna. Wybór nawozu magnezowego uzależniony jest od odczynu gleby, jak i zasobności gleby w ten składnik. Na gleby kwaśne stosuje się nawozy wapniowo-magnezowe. Na gleby o uregulowanym odczynie, lecz o małej zasobności w Mg nawozy magnezowo-siarczanowe. Natomiast na glebach o uregulowanym odczynie i średniej zasobności w Mg, nawóz magnezowy stosuje się z nawożeniem podstawowym NPK + Mg. Zapotrzebowanie kukurydzy na magnez może być pokryte, np.: kizerytem, kainitem oraz nawozami wapniowymi zawierającymi w swoim składzie magnez, takimi jak: dolomit, wapno magnezowo-tlenkowe, wapno magnezowo-węglanowe (odkwaszanie gleby + uzupełnienie magnezu). Optymalnym terminem stosowania nawozów magnezowych jest ich wysiew jesienią pod orkę przedzimową.
Magnez w uprawie kukurydzy można stosować również dolistnie. Taka metoda aplikacji składnika należy do najbardziej efektywnych, ponieważ w razie jego deficytu w roślinie można w bardzo prosty sposób usunąć objawy niedoboru. Dolistne stosowanie magnezu zalecane jest w dwóch krytycznych fazach wzrostu: w fazie 5–8 liści oraz w okresie po kwitnieniu, aż do uzyskania pełnej dojrzałości.

Wapń

Wapń jest składnikiem pokarmowym występującym w glebie w ilościach wystarczających dla kukurydzy. Niedobór może wystąpić jedynie przy wysokim nawożeniu mineralnym NPK, co objawia się zwijaniem i sklejaniem liści. Należy jednak pamiętać, że wapnowanie pól jest zabiegiem polepszającym strukturę gleby, zwiększającym aktywność mikrobiologiczną gleby oraz zwiększającym przyswajalność składników pokarmowych (np. dostępność fosforu w odczynie lekko kwaśnym i obojętnym). Stosowanie nawozów wapniowych pod kukurydzę jesienią lub wiosną jest konieczne, jeśli pH gleby wynosi poniżej 5,5. Dawka i forma wapna pod kukurydzę wyznaczana jest na podstawie potrzeb wapnowania, jak i kategorii agronomicznej gleby. W zmianowaniu z kukurydzą najlepiej jest stosować nawóz wapniowy po zbiorze przedplonu, ponieważ długi okres od zbioru do siewu kukurydzy pozwala doprowadzić glebę do prawidłowego odczynu (najlepsze pH 6–7,5).

Siarka

Siarka jest ważnym składnikiem pokarmowym, niezbędnym dla prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Spadek emisji dwutlenku siarki w ostatnich latach, duże plony roślin i stosowanie przez dłuższy czas nawozów pozbawionych tego składnika w większości rejonów kraju pogorszyło zaopatrzenie roślin w ten składnik. Przy niedoborze siarki obniża się zawartość białka w roślinie, czego wyraźnym

symptomem jest zahamowanie wzrostu. Niedobór siarki ponadto prowadzi do obniżenia efektywności i wykorzystania azotu z nawozów azotowych. Każdy brakujący kilogram siarki na hektarze powoduje, że średnio około 15 kg zastosowanego azotu nie zostaje wykorzystane przez rośliny. Przy ustalaniu wielkości dawki siarki powinno uwzględniać się zasobność gleby oraz potrzeby względem tego składnika. Nawożenie siarką jest szczególnie ważne w przypadku stosowania wysokich dawek azotu, bowiem ten makroskładnik wpływa nie tylko na wzrost plonowania, ale i na wykorzystanie azotu. Braki siarki w glebie, mogą być uzupełnione przez stosowanie nawozów zawierających siarkę, jako produkt uboczny, np. siarczan amonu, siarczan potasu, superfosfat prosty.

4. Dobór odmiany

W zależności od sposobu produkcji nasiennej, odmiany kukurydzy zawierają w swoim składzie dwie, trzy lub cztery linie wsobne (odmiany typu SC, TC, DC). Odmiany DC (podwójne) dominowały w początkowych latach hodowli mieszańcowej w Polsce. Główna zaleta tych odmian to łatwość ich wytworzenia: duże plony nasion i mniejsze zużycie cennych linii wsobnych, stąd i niższa cena nasion handlowych. Wady odmian tego typu to mniejszy efekt heterozji i niższy potencjał plonowania oraz słabsze wyrównanie morfologiczne. Te ujemne właściwości odmian typu DC stały się powodem ograniczenia, a nawet zaprzestania ich hodowli. Odmiany TC (trójliniowe) częściowo łączą zalety odmian typu DC z większą zdolnością plonowania i lepszym, a czasem nawet bardzo dobrym wyrównaniem pokroju roślin. Odmiany SC (pojedyncze, dwuliniowe) wykazują największy efekt heterozji i największą zdolność plonotwórczą, są też najlepiej wyrównane morfologicznie; pewne zróżnicowanie może się pojawić jedynie w wypadku niepełnej homogeniczności linii. Wada odmian SC to trudniejsza produkcja nasienna (u niektórych wczesnych linii wsobnych stosunkowo bardzo małe plony nasion) i stąd wysoka cena handlowych nasion mieszańcowych. Obecnie, odmiany typu SC stanowią zdecydowaną większość wśród badanych i rejestrowanych odmian.

Wczesność odmian w Polsce i w wielu krajach Europy określana jest skalą FAO, polegającą na porównaniu ocenianej odmiany z przyjętymi wzorcami wczesności. Odmiany wzorcowe w każdym kraju mogą być inne, dlatego liczba FAO przypisywana odmianie w jednym kraju często nie pokrywa się z liczbą FAO tej samej odmiany w innym kraju. Na południu Europy zarówno zakres wczesności uprawianych odmian, jak i liczba klas wczesności są znacznie większe niż w Polsce: od FAO 100 do FAO 900 i od klasy bardzo wczesnej do bardzo późnej, przy czym odmiany o wczesności FAO 200–300 zaliczane są do klasy wczesnej, FAO 400 – średniowczesnej, a do późnych zalicza się odmiany klasy FAO 500 i późniejsze. W Niemczech liczba klas wczesności kukurydzy ograniczona jest do czterech, od wczesnej do późnej i obejmuje zakres liczb FAO od poniżej 200 do 350. W Polsce używana jest klasyfikacja wczesności odmian podobna, jak w Niemczech, ale bez klasy późnej (FAO 300–350).

Wczesność odmiany w największym stopniu decyduje o jej przydatności do kierunku uprawy (w technologii ziarnowej lub kiszonkowej) oraz do rejonu klimatycznego (południowego, środkowego i północnego). Rejonizacja przyrodnicza wynika przede wszystkim z ilości ciepła i długości okresu sprzyjającego wegetacji kukurydzy. Najlepsze warunki termiczne występują w rejonie I (południowo-zachodnim i południowo-wschodnim). Kukurydzę można tam uprawiać na wszystkie kierunki użytkowania. Nieco mniej pewne dojrzewanie ziarna ma miejsce w rejonie II (środkowym), natomiast dojrzałość kiszonkową powinny tam uzyskać odmiany prawie z całego zakresu wczesności. W rejonie III (północnym) wysoką jakość plonu w użytkowaniu na kiszonkę dają odmiany wczesne i średniowczesne oraz część średniopóźnych. Nie zaleca się tam

VII. FAZY ROZWOJOWE KUKURYDZY

W czasie rozwoju kukurydzy można wyróżnić 6 głównych faz rozwojowych. Są to:
– kiełkowanie i wschody,
– rozwój liści,
– wydłużanie się łodygi,
– rozwój wiechy,
– kwitnienie,
– rozwój ziarniaków i ich dojrzewanie.

W czasie formowania poszczególnych faz rozwojowych wyróżnia się mniejsze jednostki fenologiczne, nazywane umownie stadiami rozwojowymi.

W Polsce po wejściu w struktury Unii Europejskiej zaczęto przyjmować za BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemical Industry) 100-stopniową skalę rozwojową roślin uprawnych i chwastów. Znajomość klucza ułatwia stosowanie zabiegów ochrony kukurydzy przeciwko chwastom, chorobom i szkodnikom, a także racjonalizację zabiegów agrotechnicznych na plantacjach.

Kukurydza

Zea mays L.

KOD	OPIS
Główna faza rozwojowa 0: Kiełkowanie	
00	Suchy ziarniak
01	Początek pęcznienia ziarniaków
03	Koniec pęcznienia ziarniaków
05	Korzeń zarodkowy wyrasta z ziarniaka
06	Korzeń zarodkowy wydłuża się, widoczne włośniki i korzenie przybyszowe
07	Pochewka liściowa (koleoptyl) wydostaje się z ziarniaka
09	Pochewka liściowa (koleoptyl) przebija się na powierzchnię gleby (pękanie gleby)
Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści[1, 2]	
10	Z koleoptyla powstaje pierwszy liść
11	Faza 1 liścia
12	Faza 2 liścia
13	Faza 3 liścia
1.	Fazy trwają aż do ...
19	Faza 9 lub więcej liści
Główna faza rozwojowa 3: Rozwój źdźbła (wydłużanie pędu)	
30	Początek wzrostu źdźbła
31	Faza 1 kolanka
32	Faza 2 kolanka

[1] Liść jest rozwinięty wówczas, gdy widoczny jest jego języczek (ligula) lub szczyt następnego liścia
[2] Wydłużanie pędu może mieć miejsce wcześniej niż w fazie 19, wówczas kontynuowane jest w głównej fazie rozwojowej 3

sach. Aby utrzymać jego wysoką jakość należy systematycznie kontrolować wilgotność i temperaturę oraz regularnie je przewietrzać. Podstawowe zalecenia to: nie przewietrzać ziarna wilgotnym powietrzem oraz nie przewietrzać ziarna chłodnego cieplejszym powietrzem. Najlepsze warunki do przewietrzania panują we wrześniu i październiku, natomiast latem jest chłodzenie możliwe tylko nocą, jednak tylko wtedy, gdy wilgotność względna powietrza nie przekracza 50%.

Ziarno przeznaczone na paszę i do produkcji bioetanolu można zakonserwować bez uprzedniego suszenia, przez jego zakiszanie lub dodatek kwasu propionowego.

Wartość paszowa kukurydzy przeznaczonej na kiszonkę z całych roślin ulega zmianom przede wszystkim w zależności od fazy rozwojowej, a w mniejszym stopniu od czynników agrotechnicznych. W okresie rozwoju generatywnego wynoszącego 50–60 dni tj. od początku zawiązywania kolb aż do osiągnięcia dojrzałości pełnej ziarna, wartość energetyczna plonu może wzrosnąć nawet o 76 GJ/ha. W miarę upływu wegetacji, począwszy od fazy wyrzucania wiech zwiększa się wartość energetyczna suchej masy. Następuje wzrost zawartości rozpuszczalnych cukrów i hemicelulozy, a zmniejsza się zawartość białka, włókna i ligniny.

Najwyższy plon suchej masy całych roślin kukurydza osiąga stosunkowo późno, bo w początkach dojrzałości pełnej ziarna. Wobec tego najkorzystniejszy jest zbiór w dojrzałości późno–woskowej, a nawet pełnej. W takim stadium dojrzałości kukurydza zawiera 30–35% suchej masy przy wysokim, sięgającym 50–60% udziale kolb w plonie suchej masy. Parametry dobrego surowca do zakiszania zostały określone następująco: dojrzałość ziarna późno–woskowa do początku pełnej, zawartość suchej masy w całych roślinach 30–35% i ponad 50% udział kolb w suchej masie.

Oznaczenie dojrzałości technicznej kukurydzy kiszonkowej na podstawie oceny organoleptycznej lub zawartości suchej masy w ziarnie i kolbach jest mało precyzyjne. Powinno się uwzględniać również wilgotność łodyg i liści oraz udział kolb w surowcu do zakiszania. Chcąc w warunkach gospodarstwa wyznaczyć optymalny termin zbioru kukurydzy na kiszonkę należy ocenić: dojrzałość ziarna (woskowa, początek pełnej), udział kolb w świeżej masie (powyżej 40%) oraz stan łodyg i liści (zielone, podsychające). Innym wskaźnikiem zaawansowania dojrzałości roślin kukurydzy jest umiejscowienie tzw. linii mlecznej w ziarniakach. Według tego wskaźnika optymalny termin zbioru roślina kukurydzy osiąga wtedy, gdy linia mleczna znajduje się w połowie lub w 2/3 długości ziarniaka w kierunku zarodka. Osiągnięcie optymalnej dojrzałości do zbioru na kiszonkę w dużym stopniu zależy od właściwości uprawianych odmian. W niektórych regionach kraju odmiany późne (FAO > 290) dojrzałość kiszonkową osiągają jedynie przy sprzyjającym przebiegu pogody i wydłużonym okresie wegetacji. Odmiany o krótszym okresie wegetacji plonują wierniej i w latach chłodnych ich plony z reguły mają lepszą wartość paszową niż plony odmian późnych. Odmiany te jednak charakteryzują się mniejszym potencjałem produkcyjnym zarówno pod względem plonu suchej masy, jak i jednostek energetycznych. W ocenie mieszańców przeznaczonych na kiszonkę ważnym wskaźnikiem oceny wartości paszy jest jej strawność, która także zależy od genotypu.

Obok zaawansowania rozwoju i stanu roślin przeznaczonych na surowiec do zakiszania wartość paszowa produkowanej kiszonki w dużym stopniu zależy od wysokości koszenia roślin oraz ich rozdrobnienia i rozgniecenia ziarniaków. Regulacja wysokości koszenia jest dobrym sposobem podniesienia koncentracji energii w paszy w momencie zbioru. Kukurydza przygotowana do zakiszania powinna być pocięta na odcinki 5–8 mm, co ułatwia ugniatanie jej w silosie. W masie sieczki powinno znajdować się 10–15% fragmentów dłuższych, zapewniających dobrą perystaltykę jelit.

Sprawą szczególnej wagi jest zachowanie reżimu czasowego, w którym powinien nastąpić zbiór i zakiszenie surowca. Najkorzystniej, gdy proces ten jest prowadzony nieprzerwanie i kończy się w ciągu maksymalnie 24 godzin szczelnym okryciem silosu. W przeciwnym wypadku ugnieciona kiszonka unosi się, a powietrze zaczyna penetrować głębsze jej warstwy, co prowadzi do rozwoju niepożądanych drobnoustrojów tlenowych.

uprawy na suche ziarno, choć użycie do tego celu wczesnych odmian w latach o przeciętnym przebiegu pogody lub latach ciepłych, może również dać dobre efekty (tab. 1).

Tabela 1. Wysiew odmian z różnych grup wczesności w zależności od rejonu produkcji i kierunków uprawy kukurydzy

Rejon	Cel uprawy *	Grupa wczesności**
I (południowy)	Z, CCM, K	w, sw, sp
II (środkowy)	Z, CCM, K	w, sw, (sp)
III (północny)	CCM, K	w, sw, (sp)
III (północny)	(Z)	w

*Z – produkcja ziarna; CCM – produkcja na CCM; K – uprawa na kiszonkę; (Z) – uprawa na ziarno z podwyższonym ryzykiem wilgotność ziarna w czasie zbioru
**grupa wczesności: w – wczesna, sw – średniowczesna, sp – średniopóźna, (sp) – większe ryzyko nie dojrzenia

Kukurydza jest jedną z tych roślin uprawnych, których odmiany podlegają urzędowym badaniom wartości gospodarczej przed ich wpisaniem do oficjalnego rejestru. Rejestrowane odmiany powinny spełniać kryteria odpowiedniej zdolności plonotwórczej (WGO) oraz prezentować odrębność od innych zarejestrowanych odmian, charakteryzować się wyrównanym pokrojem i trwałością cech morfologicznych w kolejnych latach (OWT). Obiektywnym sposobem sprawdzenia aktualnej wartości zarejestrowanych odmian jest ich porównanie w kilkunastu doświadczeniach porejestrowych i rolniczych (PDOiR) zlokalizowanych w różnych warunkach siedliskowych na terenie kraju.

Dobór odpowiedniej odmiany do uprawy należy do najbardziej istotnych czynników kształtowania wielkości i jakości plonów. Nie angażuje dodatkowych nakładów na produkcję lub zwiększa tylko niewiele (o różnice cen nasion poszczególnych odmian), a może przynieść wymierne korzyści produkcyjne przekraczające wielkości 20% plonów ziarna i 15% plonów ogólnych suchej masy. Stwierdzenie to dotyczy tylko odmian mieszańcowych, których nasiona zostały wyprodukowane przez firmy nasienne z użyciem specjalnie dobranych komponentów rodzicielskich, natomiast ziarno wyprodukowane we własnym zakresie (tzw. samoreprodukcja) lub nabyte z nieznanych źródeł nie powinno być traktowane jako materiał siewny. Takie „nasiona" będą plonować nawet o 30% niżej od mieszańcowych pokolenia F_1.

Kukurydza jest uprawiana przede wszystkim w celu uzyskania dwóch produktów użytkowych: ziarna albo plonu ogólnego suchej masy roślin z możliwie dużym udziałem kolb. Modyfikacją paszowego wy-

korzystania ziarna jest kiszonka z ześrutowanych kolb kukurydzy (CCM). Nowym zagadnieniem jest użytkowanie ziarna, np. do produkcji etanolu technicznego, wtedy wczesność dojrzewania może mieć mniejsze znaczenie oraz użytkowanie masy organicznej roślin do celów energetycznych (bezpośrednie spalanie lub produkcja biogazu), wtedy plon kolb nie ma istotnego znaczenia.

Optymalną odmianę ziarnową powinny charakteryzować: duży plon ziarna w warunkach umożliwiających tę produkcję, odpowiednia wczesność, tj. zdolność do rozwoju w niższych temperaturach oraz możliwość aktywnego dosychania ziarna w polu przy utrzymujących się zielonych liściach (odmiany „stay green"), generatywny typ roślin, tj. niezbyt wysoka łodyga, brak skłonności do krzewienia, mała podatność na omacnicę prosowiankę i choroby fuzaryjne, a także odporność na wyleganie nawet w przypadku opóźnionego terminu zbioru.

Odmiana przydatna do produkcji CCM powinna posiadać zdolność plonotwórczą odmiany ziarnowej, ale może być nieco późniejsza. Wskazany jest też u niej mniejszy udział rdzenia w masie kolby.

Odmiany kiszonkowe powinny charakteryzować się: wysokim plonem ogólnym suchej masy o korzystnej strukturze, tj. dużym udziale kolb, wysoką strawnością wegetatywnych części roślin i wczesnością odpowiednią do zamierzonego terminu zbioru.

Duży plon ogólny suchej masy musi też charakteryzować odmiany uprawiane z przeznaczeniem do bezpośredniego spalania. W tym wypadku nie ma wymogu dobrej strawności roślin.

Przy doborze odmiany do uprawy w danym regionie oprócz odpowiedniej zdolności plonotwórczej i wczesności dojrzewania oraz tempa dosychania ziarna, bardzo ważne z punktu widzenia integrowanej ochrony roślin są cechy odpornościowe, a zwłaszcza:

- **podatność odmian na choroby.** Przy uprawie na ziarno najważniejszą chorobą pochodzenia grzybowego jest zgnilizna korzeni i zgorzel podstawy łodygi powodująca wyleganie dojrzewających roślin. Stopień podatności odmian na fuzariozy jest warunkowany genetycznie i przy przewidywanym opóźnieniu zbioru kukurydzy warto to uwzględnić, tym bardziej, że opanowanie kolb przez grzyby *Fusarium* przeważnie jest równoznaczne ze zwiększoną ilością mikotoksyn w paszy. Występowanie innych chorób związane jest bardziej z warunkami wegetacji w danym roku. Najbardziej widoczną z tych chorób jest głownia kukurydzy (guzowata) znacznie obniżająca plon i wartość pokarmową paszy.
- **reakcja odmian na szkodniki.** Bez względu na kierunek użytkowania kukurydzy najgroźniejszym jej szkodnikiem jest w chwili obecnej omacnica prosowianka. W okresie wiosennym znaczne szkody może także powodować ploniarka zbożówka. W odniesieniu do tych dwóch gatunków szkodników daje się zaobserwować zróżnicowaną podatność odmian na uszkodzenia przez nie wywoływane. Różnice wrażliwości roślin wynikają głównie z cech morfologicznych odmian (omszenie liści, twardość tkanek rośliny, kąt ustawienia blaszek liściowych). Ponadto wczesność odmian może determinować ich większą lub mniejszą podatność na szkodniki.

5. Siew

Decydując się na uprawę kukurydzy należy korzystać z materiału siewnego nabywanego w oryginalnie zapakowanych jednostkach siewnych. Korzystanie z materiału siewnego niewiadomego pochodzenia lub wysiewanie ziarna „własnej produkcji" jest wielkim błędem, prowadzącym do straty plonu, a zarazem zysku z takiej uprawy. Plony ziarna po wysiewie pokolenia F_2, w zależności od roku i odmiany, wahają się od 15,9 do 42,8 dt/ha, a surowca do zakiszania od 13,2

VI. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE

Bardzo ważnym elementem agrotechniki kukurydzy decydującym o wielkości, a ponadto o jakości plonu jest wybór prawidłowego terminu zbioru. Jest on na tyle ważny, że w każdym systemie gospodarowania, a zwłaszcza w integrowanej produkcji powinien być wyznaczany z należytą precyzją.

Określenie właściwego terminu zbioru dla kukurydzy jest trudne, gdyż z jednej strony opóźnianie łączy się z pożądanym spadkiem zawartości wody w ziarnie, z drugiej strony jednak warunki pogodowe w okresie jesieni często zwiększają straty wynikające z rozwoju szkodników i chorób, zwłaszcza powodowanych przez grzybów rodzaju *Fusarium* spp. oraz oddychania uwodnionych zarodków w wilgotnym ziarnie.

Wskaźnikiem dojrzałości roślin kukurydzy jest stadium czarnej plamki. Współczesne odmiany kukurydzy stadium czarnej plamki osiągają przy wilgotności około 35%, jednak w zależności od odmiany wartość ta może wahać się od 31% (odmiana wczesna) do 37% (średnio–wczesna). Wyznaczenie tego stadium w warunkach polowych jest podstawą do ustalenia prawidłowego terminu zbioru kukurydzy na ziarno. Termin osiągnięcia dojrzałości omłotowej zależy od wczesności odmiany oraz przebiegu pogody.

Ważnym wskaźnikiem dojrzałości ziarna kukurydzy jest jego wilgotność. Ziarno kukurydzy nie zgromadzi maksymalnej ilości suchej masy zanim jego wilgotność nie spadnie poniżej 35%, a nawet 28%. Powyższe wartości graniczne wilgotności ziarna są również wskaźnikami dojrzałość ziarna kukurydzy. Z technicznego punktu widzenia do zbioru kombajnem można przystąpić, kiedy zawartość wody w ziarnie obniży się poniżej 38%, jednak z uwagi na fizjologię rośliny, tak wczesny zbiór jest niewskazany. Niezmiernie ważne jest zbieranie ziarna o możliwie najniższej wilgotności. Opóźnianie zbioru prowadzi do systematycznego spadku zawartości wody w ziarnie. W warunkach Polski największy spadek wilgotności następuje po upływie dwóch tygodni od stadium czarnej plamki, natomiast opóźnienie zbioru do początku grudnia powoduje nawet wzrost zawartości wody w ziarnie.

O możliwości wykorzystania ziarna kukurydzy do określonych celów przemysłowych decyduje podgatunek kukurydzy, typ ziarna, termin zbioru, ale także przebieg procesu suszenia. Przydatność ziarna do przemysłowego wykorzystania uwarunkowana jest budową bielma i dobrym jego wykształceniem. Ponadto bardzo ważna jest łatwość oddzielania zarodka od reszty ziarniaka oraz rodzaj skrobi.

Zawartość skrobi w suchej masie ziarna wykazuje dużą stabilność przy opóźnianiu zbioru. Ziarno przeznaczone do produkcji skrobi i etanolu można zbierać bez spadku koncentracji skrobi do 6 tygodni od stadium czarnej plamki, jednak z uwagi na obniżki plonu należy preferować zbiory wcześniejsze, a więc 2–4 tygodnie od stadium czarnej plamki.

Przygotowanie ziarna do przechowywania polega na szybkim jego doczyszczeniu i wysuszeniu. Ziarno należy suszyć możliwie szybko, ogrzanym powietrzem. Wentylowanie ziarna pozwala uniknąć zagrzewania się pryzmy oraz wydłużyć okres oczekiwania na suszenie. Dopuszczalny okres składowania ziarna zależy od jego wilgotności i temperatury. W warunkach przewietrzania, przykładowo w temperaturze 21°C czas ten wynosi 3 dni, natomiast przy 24°C już 2 dni. Długotrwałe przechowywanie jest możliwe dopiero po wysuszeniu ziarna do 13–14%, co można osiągnąć jedynie stosując suszenie ciepłym powietrzem.

Prawidłowo suszone ziarno wystarczy doprowadzić do wilgotności 16%, a następnie podczas aktywnego przewietrzania (schładzania) następuje spadek jego wilgotności o dalsze 2–3%. Suszenie bardzo wilgotnego ziarna w wysokiej temperaturze, a następnie gwałtowne jego schładzanie prowadzi do rozszerzania się ziarniaków i zmniejszania ich gęstości.

Ważnym zagadnieniem związanym z suszeniem są straty suchej masy. Wzrost temperatury powoduje wzmożone oddychanie ziarna powodujące około 1% strat w ciągu 10 dni suszenia ziarna w temperaturze 24–30°C. Unikanie strat w czasie zbioru i suszenia jest bardziej opłacalne niż opóźnianie zbioru w celu zaoszczędzenia na kosztach suszenia.

Wysuszone ziarno zwykle przechowywane jest w silo-

mi. Jedna larwa biedronki siedmiokropki, w ciągu całego swojego rozwoju niszczy około 600 mszyc a owad dorosły ponad 3000. Duży wpływ na ograniczanie liczebności mszyc mają obok biedronek także, bzygowate, mszycarzowate, pryszczarkowate, złotookowate, drapieżne roztocza oraz grzyby owadobójcze.
Pasożyty atakują także poczwarki i owady dorosłe ploniarki zbożówki, stadia te nie wywierają wprawdzie bezpośredniego ujemnego wpływu na rośliny, ale ograniczenie populacji szkodnika może przyczynić się do jego mniejszego wystąpienia w latach następnych.
Na plantacjach kukurydzy występują także licznie chrząszcze biegaczowate. Zarówno owady dorosłe, jak i larwy są drapieżnikami. Przeszukują powierzchnię gleby w poszukiwaniu pokarmu. Biegaczowate biorą udział w ograniczaniu liczebności ważnych szkodników występujących w glebie, na jej powierzchni, a także w niższych partiach roślin. Podobną rolę odgrywają chrząszcze z rodziny kusakowatych.
W zasiewach kukurydzy powszechnie występują ponadto pająki, zarówno sieciowe, jak i nie wytwarzające przędzy, których łupem pada wiele gatunków szkodliwych owadów, gdyż pająki nie są wyspecjalizowanymi drapieżnikami.
Przedstawione wyżej przykłady wskazują na stałą obecność w uprawach kukurydzy wrogów naturalnych szkodników i chociaż nie zawsze są w stanie same ograniczać liczebności szkodników do poziomu poniżej wyrządzania szkód gospodarczych, to jednak są bardzo ważnym elementem w redukcji części populacji wielu szkodliwych gatunków. Ponadto ich obecność wpływa na bioróżnorodność, której ochrona jest jednym z kluczowych celów wprowadzanej integrowanej ochrony roślin.

Prowadzone obserwacje służą poznaniu roli gatunków pożytecznych i możliwości ich bardziej efektywnego wykorzystania. Służą temu:

- racjonalne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin poprzez odejście od programowego stosowania zabiegów i oparcie decyzji na ocenianym na bieżąco realnym zagrożeniu przez szkodniki uprawy kukurydzy. Należy tu uwzględnić odstępowanie od zabiegów, jeżeli pojaw szkodnika nie jest liczny i towarzyszy mu pojaw gatunków pożytecznych. W tej grupie czynności należy uwzględnić ograniczenie powierzchni zabiegu do zabiegów brzegowych lub punktowych jeżeli szkodnik nie występuje na całej plantacji. Zalecać należy stosowanie przebadanych mieszanin środków ochrony roślin i nawozów płynnych, co ogranicza liczbę wjazdów na pole i zmniejszy mechaniczne uszkadzanie roślin,
- ochrona gatunków pożytecznych poprzez unikanie stosowania insektycydów o szerokim spektrum działania i zastąpienie ich środkami selektywnymi,
- dobór terminu zabiegu tak, aby nie powodować wysokiej śmiertelności owadów pożytecznych,
- stosowanie zapraw nasiennych, które często eliminują konieczność opryskiwania roślin w czasie wegetacji,
- wykonywanie zabiegów łączonych, ograniczanie dawki środka przez dodawanie adiuwantów,
- stała świadomość, że chroniąc wrogów naturalnych szkodników kukurydzy chroni się także inne obecne na polu gatunki pożyteczne.

do 44,5 dt s.m./ha. Straty z tytułu spadku plonu ziarna/s.m. całych roślin po wysiewie pokolenia F_2, znacznie przekraczają koszt zakupu materiału siewnego.

Kukurydza należy do roślin dnia krótkiego. Gatunek ten wyróżnia silna reakcja fotoperiodyczna i wybór optymalnego terminu siewu ma ogromne znaczenie dla rozwoju i plonowania.

Wczesny siew prowadzi zwykle do wyższych plonów ziarna. Najkorzystniej jest rozpoczynać siew wraz z początkiem kwitnienia mniszka lekarskiego oraz czeremchy, co w warunkach Wielkopolski i Dolnego Śląska przypada najczęściej około 15 kwietnia. Mniejszym błędem jest przyspieszenie siewu niż jego opóźnienie. W rejonie Suwalszczyzny kukurydzę zwykle wysiewa się w pierwszych dniach maja, gdy gleba na głębokości 10 cm ma temperaturę powyżej 8°C.

Wybór terminu siewu bardzo modyfikuje rozwój i plonowanie roślin kukurydzy. Jest to beznakładowy element agrotechniki, który obok wielu innych czynników decyduje także o poziomie plonowania. Opóźnianie terminu siewu przy zmiennym przebiegu pogody w latach należy łączyć z większym bądź mniejszym spadkiem plonu ziarna i niewykorzystaniem potencjału uprawianej odmiany.
Kukurydzę powinno się wysiewać na głębokość 4–5 cm. Głębsze siewy zapewniają lepsze uwilgotnienie, jednak temperatura gleby wokół ziarniaka jest wtedy niższa i następuje wolniejsze pobieranie składników pokarmowych, które również silnie zależy od temperatury. Decyzję o pogłębieniu wysiewu ziarna można podjąć, gdy wierzchnia warstwa roli jest silnie przesuszona i w prognozach nie ma informacji od nadchodzących deszczach.
Precyzja wykonania siewu stanowi niezwykle istotny element technologii. Właściwa obsada roślin powinna z jednej strony zapewnić jak najmniejszą konkurencję roślin względem siebie, z drugiej gwarantować jak największą liczbę dobrze zaziarnionych kolb na jednostce powierzchni. Optymalna obsada roślin to nie tylko liczba roślin na jednostce powierzchni, ale również równomierne ich rozmieszczenie w rzędzie. Obsada roślin powinna zależeć od wysiewanej odmiany i być zgodna z zaleceniami firmy hodowlano-nasiennej, zwykle przy uprawie odmian ziarnowych wynosi ona 70–80 tys. szt./ha. Przy uprawie kukurydzy na kiszonkę może być nieco wyższa i dochodzić do 90 tys. szt./ha. Jednak w produkcji wysokoenergetycznej kiszonki powinna być zbliżona do stosowanej w technologii ziarnowej, gdyż celem jest uzyskanie dużego udziału ziarna w plonie całych roślin.
Równomierność wysiewu oraz prawidłową obsadę roślin gwarantują tylko precyzyjne siewniki punktowe. Zawsze przed wyjazdem w pole należy skontrolować ilość faktycznie wysiewanych przez siewnik nasion.

III. OGRANICZANIE ZACHWASZCZENIA

1. Najważniejsze gatunki chwastów

Ograniczanie zachwaszczenia w kukurydzy jest najważniejszym zabiegiem pielęgnacyjnym. Obecność chwastów na polu powoduje istotne straty plonów do 13% przy stosowaniu metod zapobiegawczych i blisko 30% w przypadku zaniechania jakiejkolwiek ochrony. Silna konkurencja ze strony gatunków uciążliwych i ich kompensacja na polu w skrajnych wypadkach może doprowadzić do blisko 70% redukcji plonów ziarna kukurydzy. Spośród wszystkich upraw polowych kukurydza należy do gatunków wysiewanych najpóźniej. Zachwaszczeniu kukurydzy sprzyja szeroki rozstaw rzędów (70–75 cm), rzadki siew (7–10 roślin na 1 m^2) i bardzo wolne tempo wzrostu w początkowym okresie wegetacji. Typowo pionowy wzrost wąskiej w przekroju, nierozgałęziającej się rośliny, stanowi niewielką konkurencję dla chwastów, zwłaszcza w początkowym okresie rozwoju. Opóźniające się wschody często związane z chłodną wiosną to także znaczący czynnik ograniczający konkurencyjność tej rośliny uprawnej.

Kukurydza jest zachwaszczana przez szereg gatunków chwastów dwuliściennych i jednoliściennych. Ich obecność zależy od wielu czynników: przedplonu, typu gleby, technologii uprawy, warunków klimatycznych, a w szczególności od depozytu nasion chwastów w glebie. Ważnym czynnikiem powodującym problemy ze skutecznym zabezpieczeniem plantacji kukurydzy przed zachwaszczeniem są uproszczenia uprawowe oraz odchodzenie od tradycyjnego płodozmianu na rzecz kilkuletnich monokultur kukurydzy. W kukurydzy uprawianej w monokulturze obserwuje się znaczny wzrost nasilenia chwastnicy jednostronnej i komosy białej, a zaniechanie tradycyjnego zmianowania przyczynia się do pojawiania się nowych gatunków chwastów, takich jak: psianka czarna i poziewnik szorstki. Wykaz najważniejszych gatunków chwastów w kukurydzy podano w tabeli 2.

W kukurydzy występują głównie chwasty dwuliścienne, takie jak: komosa biała, szarłat szorstki, psianka czarna, ostrożeń polny, powój polny, ostrożeń polny, chaber bławatek oraz chwasty jednoliścienne: chwastnica jednostronna, włośnice, perz właściwy. Przy wcześniejszych siewach kukurydzy (II dekada kwietnia) występują także inne chwasty dwuliścienne typowe dla uprawy zbóż, jak: gwiazdnica pospolita, rumianowate (maruna bezwonna, rumian polny, rumianek pospolity), rdesty (plamisty, ptasi), rdestówka powojowata, rzodkiew świrzepa, stulicha psia, gorczyca polna, przytulia czepna, niezapominajka polna, tasznik pospolity, tobołki polne.

Tabela 2. Wykaz i charakterystyka najczęściej występujących gatunków chwastów na plantacjach kukurydzy

Gatunek chwastu	Zagrożenia i krótka charakterystyka
Bodziszek drobny	Groźny podczas masowego występowania w trakcie wschodów kukurydzy, do trzech pokoleń w czasie wegetacji. Preferuje wilgotne gleby próchniczne bogate w wapno.
Bylica pospolita	Gatunek wieloletni, azotolubny, konkurencyjny ze względu na osiąganą wysokość (do 2 m). Preferuje gleby żyzne.

Zaprawy fungicydowe i insektycydowe stosowane do ochrony ziarna kukurydzy, nie zabezpieczają nasion przed żerowaniem dzików. Również dostępne substancje czynne repelentów mają ograniczoną skuteczność w odstraszaniu tych zwierząt. Pozostaje metoda mechaniczna – stosowanie ogrodzeń, pastuchów elektrycznych, urządzeń dźwiękowych i oddziałujących światłem. Zmniejszenie szkód można uzyskać również poprzez zakładanie pasów żerowych, pozostawienie fragmentów pól kukurydzy w miejscach atrakcyjnych dla tych zwierząt, zapewniając w tych miejscach spokój zwierzętom poprzez wyłączenie ich z polowań. Dziki, mając atrakcyjny i łatwo dostępny pokarm w obrębie pasa żerowego lub pozostawionego fragmentu pola z kukurydzą, nie interesują się pozostałymi powierzchniami pola, na których pokarm jest trudno dostępny.

Podane sposoby ograniczania szkód należy konsultować z zarządcą lub dzierżawcą obwodu łowieckiego, na którego terytorium znajduje się uprawa kukurydzy, ponieważ prawny obowiązek ochrony upraw rolniczych przed zwierzyną łowną leży w gestii kół łowieckich lub Ośrodków Hodowli Zwierzyny. Ochrona plantacji kukurydzy przed jeleniami polega głównie na stosowaniu urządzeń mechanicznych – ogrodzeń i urządzeń akustycznych. Podobnie, jak w przypadku dzika, ochronę plantacji należy konsultować i zlecać dzierżawcom i zarządcom obwodu łowieckiego, na którego terenie plantacja się znajduje. W ochronie kukurydzy i innych upraw rolniczych duże znaczenie ma kształtowanie środowiska rolniczego. Zwiększanie bioróżnorodności poprzez zakładanie zadrzewień, zakrzewień, pozostawianie remiz śródpolnych, stref buforowych pomiędzy obszarami leśnymi i rolniczymi, ochronę terenów bagiennych, oczek wodnych i cieków przyczynia się do zmniejszenia szkód łowieckich. W obszarze tym istnieje możliwość uzyskania dopłat w oparciu o programy rolno-środowiskowe.

5. Ochrona entomofauny pożytecznej

Kukurydza ze względu na dużą masę zieloną oraz długi okres wegetacji jest miejscem bytowania obok szkodników, wielu gatunków owadów pożytecznych. Na polach występują także owady obojętne dla kukurydzy, rozwijające się na pozostawionych chwastach i poszukujące pokarmu czy schronienia.

Stanowiąca obecnie największe zagrożenie dla kukurydzy omacnica prosowianka jest trudna do zwalczania, gdyż zalecane środki ochrony roślin należy aplikować w okresie wiechowania roślin, co przy dużej wysokości kukurydzy jest poważnym problemem technicznym ze względu na brak specjalistycznych opryskiwaczy szczudłowych. W integrowanym zwalczaniu tego gatunku można jednak wykorzystać metodę biologiczną, która polega na introdukcji błonkówki zwanej kruszynkiem (*Trichogramma* spp.), będącej pasożytem jaj wielu motyli. Niektóre gatunki kruszynka występują w sposób naturalny na plantacjach kukurydzy, gdzie niszczą złoża jaj omacnicy prosowianki i pośrednio innych gatunków szkodliwych, niemniej z uwagi na ograniczoną liczebność i skuteczność jajobójczą muszą być zasilane sztucznie przez człowieka większą liczebnością błonkówek. Obok kruszynka niewielka część jaj omacnicy prosowianki może być niszczona przez pluskwiaki z rodziny dziubałkowatych. Młode gąsienice padają z kolei łupem larw złotooków, natomiast starsze atakowane są przez pasożytnicze muchówki z rodziny rączycowatych. W sposób naturalny omacnica prosowianka może być również porażana przez grzyby i bakterie patogeniczne.

Częstym i szeroko rozpowszechnionym szkodnikiem kukurydzy są mszyce. Stanowią one bogate źródło pokarmu dla wielu owadów pożytecznych. Przede wszystkim masowemu wystąpieniu mszyc towarzyszy zazwyczaj nalot biedronkowatych, których owady dorosłe, jak i larwy żywią się mszyca-

Dzik w ostatnich kilkunastu latach zwiększył znacznie liczebność populacji w całej Europie, a w Polsce populacja tego gatunku wynosi obecnie około 250 000 osobników. Gatunek występuje we wszystkich rejonach kraju, jednak największe zagęszczenia populacji występują w zachodniej części Polski, gdzie w wielu rejonach żyje ponad 25 osobników na 1000 ha. Uszkodzenia kukurydzy wyrządzane przez dziki we wczesnych fazach (kiełkowanie, rozwój liści) są łatwe do rozpoznania. Pęczniejące i kiełkujące nasiona są „wyorywane" z gleby i zjadane, a młode rośliny wyciągane wraz z korzonkiem. W fazach rozwoju ziarniaków, dojrzewania i zamierania roślin, w niektórych przypadkach symptomy żerowania dzika można pomylić z symptomami żerowania zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej, której larwy powodują wyleganie dojrzałych roślin i gąsienic omacnicy prosowianki żerujących w łodygach i powodujących ich łamliwość. O obecności dzików w uprawie świadczą połamane rośliny, nadgryzione i porzucone kolby, charakterystyczne tropy, liczne porycia gruntu i odchody. Bardzo silnie narażone na uszkodzenia wiosenne są plantacje kukurydzy uprawiane w systemie monokultur, ponieważ przyorywane są resztki kolb i korzeni roślin z ubiegłego sezonu będące nie tylko przysmakiem dzików, ale powodujące gromadzenie się w pobliżu dżdżownic, rozmaitych gatunków owadów i ich larw. Pozostawienie nie zaoranych ściernisk i brak podorywki powoduje często szybkie zasiedlenie ich przez gryzonie polne – głównie norniki, które szybko się mnożą i również stanowią przysmak dzików. Silniej narażone na szkody są pola kukurydzy graniczące bezpośrednio lub znajdujące się w niewielkiej odległości od powierzchni leśnych, trzcinowisk lub bagien, a także pola, które w okresie od kwietnia do lipca graniczą z polami rzepaku ozimego stanowiącymi w tym czasie miejsca ostojowe dzików. Przyzwyczajone do miejsc ostojowych i żerowych dziki niszczą rośliny kukurydzy aż do zbiorów, a następnie odwiedzają pola pokukurydziane w poszukiwaniu resztek roślin – przyoranych kolb lub ich fragmentów, nasion i larw owadów oraz dżdżownic żerujących na przyoranych resztkach roślin.

Szkody w kukurydzy może powodować również jeleń szlachetny, który podobnie jak dzik, jest gatunkiem społecznym, żyjącym w ugrupowaniach stadnych. Podobnie, jak w przypadku dzika, gatunek ten ma bardzo duże zdolności adaptacyjne dzięki uwarunkowanym genetycznie zdolnościom indywidualnego nabywania i przekazywania doświadczeń, uczenia się oraz zapamiętywania. Populacja jelenia w Polsce w ostatnich latach wzrosła i wynosi około 160 000 osobników. Jeleń jest gatunkiem wyłącznie roślinożernym, a jego zapotrzebowanie pokarmowe wynosi około 15 kg pokarmu. Akceptuje i trawi z łatwością pokarm suchy. Szkody w kukurydzy powstają głównie w fazach wegetacji od rozwoju liści, poprzez rozwój źdźbła i trwają aż do zbiorów. Wielkość uszkodzeń roślin powodowanych w uprawach kukurydzy przez żerowanie jelenia w fazach poprzedzających rozwój ziarniaków ma wpływ na dalszy rozwój roślin i wysokość plonowania kukurydzy. Rośliny nawet nieznacznie uszkodzone mechanicznie przez zgryzanie liści i łodyg wykazują wyższe porażenie przez sprawców głowni kukurydzy na kolbach i łodygach oraz przez sprawców rdzy kukurydzy. Wielkość uszkodzeń roślin ma także wpływ na późniejsze dojrzewanie kolb. Rośliny silniej uszkodzone wytwarzają ich mniej, a waga kolb jest zdecydowanie niższa niż u roślin nieuszkodzonych.

Ochrona upraw kukurydzy przed dzikami i jeleniami powinna rozpocząć się od właściwego wyboru stanowiska pod zasiewy. Należy unikać miejsc graniczących z kompleksami leśnymi, w których żyje liczna populacja dzika. W miarę możliwości stosować ogrodzenia utrudniające ssakom kopytnym wejście na uprawę. Należy bezwzględnie unikać systemu monokultury, ponieważ takie pola narażone są bardziej na żerowanie dzików pamiętających miejsca żerowe i przyzwyczajone do nich.

Gatunek chwastu	Zagrożenia i krótka charakterystyka
Chaber bławatek	Gatunek szybko rosnący, o dużym potencjale konkurencyjnym – intensywnie pobiera wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniający. W kukurydzy występuje rzadko, ale o ile wystąpi to na ogół masowo. Pod względem gleby niewymagający.
Chwastnica jednostronna	Chwast ciepłolubny, masowo występuje zwłaszcza na polach nawożonych obornikiem. Lubi gleby żyzne, bogate w azot i wapń. Gatunek bardzo konkurencyjny.
Dymnica pospolita	Groźna podczas masowego występowania w trakcie wschodów kukurydzy. Preferuje gleby wilgotne, próchniczne, przewietrzone, zasobne w azot i wapno.
Fiołek polny i fiołek trójbarwny	Gatunki często mylone, mimo masowego występowania dla kukurydzy mało konkurencyjne. Groźne jeżeli stanowią część całkowitego zachwaszczenia. W stosunku do gleb niewymagające.
Gorczyca polna	Szybko rosnący gatunek, o dużym potencjale konkurencyjnym – intensywnie pobiera wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniający w początkowej fazie wzrostu kukurydzy. Lubi gleby żyzne, wskaźnik gleb gliniastych.
Gwiazdnica pospolita	Mało konkurencyjna dla kukurydzy. Groźna jeżeli stanowi część całkowitego zachwaszczenia.
Iglica pospolita	Groźna podczas masowego występowania w trakcie wschodów kukurydzy. Preferuje gleby piaszczyste i gliniaste, lekko zakwaszone. Jest to gatunek azotolubny.
Jasnoty	Gatunki (jasnota purpurowa i jasnota różowa) mało konkurencyjne dla kukurydzy. Groźne jeżeli stanowią część całkowitego zachwaszczenia.
Komosa biała	Szybko rosnąca, o dużym potencjale konkurencyjnym – intensywnie pobierająca wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniająca. Lubi gleby przewietrzone, nawożone obornikiem, żyzne, bogate w azot i potas.
Krzywoszyj polny	Silnie rozrasta się gniazdowo, niebezpieczny nawet w uprawach sianych w tak szerokich międzyrzędziach, jak kukurydza. Groźniejszy na glebach lekkich, preferuje odczyn kwaśny.
Łoboda rozłożysta	Szybko rosnąca, o dużym potencjale konkurencyjnym – pobiera znaczne ilości wody i składników pokarmowych, silnie zacieniająca. Wymagania zbliżone do komosy białej.
Maruna (nadmorska) bezwonna	Szybko rosnąca, o dużym potencjale konkurencyjnym – pobiera znaczne ilości wody i składników pokarmowych, silnie zacieniająca. Występuje na różnych typach gleb.
Ostrożeń polny	Gatunek wieloletni, konkurencyjny pod każdym względem (pokarm, światło, woda, utrudniony zbiór). Preferuje wszystkie typy gleb.

Zachwaszczenie wtórne **chwastnicą jednostronną** (fot. R. Kierzek)

Komosa biała w kukurydzy (fot. R. Kierzek)

Tabela 12. Zaprawy insektycydowe do ochrony kukurydzy przed szkodnikami

Grupa chemiczna	Substancja czynna	Gatunki zwalczane	Optymalna temperatura działania
Karbaminiany	metiokarb	ploniarka zbożówka, ptaki – repelent	nie dotyczy

Tabela 13. Insektycydy nalistne do ochrony kukurydzy przed szkodnikami

Grupa chemiczna	Substancja czynna	Gatunki zwalczane	Optymalna temperatura działania
Pyretroidy	lambda-cyhalotryna	ploniarka zbożówka, mszyce, piętnówki, omacnica prosowianka	do 20°C
Chloronikotynyle + pyretroidy	tichlopryd + deltametryna	ploniarka zbożówka, omacnica prosowianka, zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa	niezależny
Oksydiazyny	indoksakarb	omacnica prosowianka, stonka kukurydziana	niezależny

4. Ograniczanie strat powodowanych przez zwierzęta łowne

Kukurydza jest rośliną narażoną na wysokie straty powodowane przez zwierzęta łowne we wszystkich fazach rozwoju. Szkody powodowane są zarówno bezpośrednim żerowaniem na roślinach, jak i tratowaniem oraz przenoszeniem chorób. Fazami, w których występuje największe zagrożenie uszkodzeń plantacji są fazy od początek pęcznienia ziarniaków do fazy 5 liści, a następnie od fazy rozwoju ziarniaków zawierających 16% suchej masy aż do fazy pełnej dojrzałości ziarniaków, kiedy zawierają one 65% suchej masy.

Spośród gatunków zwierząt łownych sprawcami szkód w uprawach kukurydzy są głównie dzik (*Sus strofa* L.) oraz w znacznie mniejszym stopniu jeleń szlachetny (*Cervus elaphus* L.).

Tabela 11. Progi ekonomicznej szkodliwości szkodników kukurydzy

Szkodnik	Termin obserwacji	Próg szkodliwości
Drutowce	przed siewem (BBCH 00)	2–8 larw na 1 m^2
Lenie	po wschodach (od BBCH 10)	10 larw na 1 m^2
Mszyce	od wiechowania (BBCH 51)	300 mszyc na 1 roślinie
Omacnica prosowianka	faza wiechowania (BBCH 51–59)	6–8 złóż jaj na 100 roślinach lub gdy w poprzednim roku było uszkodzone 15% roślin kukurydzy uprawianej na ziarno lub 30–40% uszkodzonych roślin uprawianych na kiszonkę i CCM
Ploniarka zbożówka	od wschodów do 4 liści (BBCH 10–14)	1 larwa na 1 roślinę lub uszkodzenie 15% roślin w roku poprzednim
Rolnice	wschody (BBCH 10–14)	1 gąsienica na 2 m^2 pola
	stadium 5-6 liści (BBCH 15–16)	1–2 gąsienice po III wylince na 1 m^2 uprawy

3.2. Systemy wspomagania decyzji

Więcej informacji na:
www.ior.poznan.pl, www.minrol.gov.pl, www.piorin.gov.pl, www.iung.pulawy.pl, www.coboru.pl, www.ihar.edu.pl

3.3. Dobór środka ochrony roślin i dawki

Metoda chemicznego ograniczania najważniejszych szkodników kukurydzy obejmuje zastosowanie zarówno insektycydowych zapraw nasiennych, jak również preparatów aplikowanych nalistnie. Środki ochrony roślin należy stosować w sposób bezpieczny dla środowiska zgodnie z etykietą. Ważnym zagadnieniem dotyczącym aplikacji środków chemicznych jest możliwość uodparniania się szkodników na stosowane substancje czynne. Dokonując wyboru środków ochrony roślin, należy mieć na uwadze, jakie preparaty stosowane były na kukurydzy w latach poprzednich. Zaleca się stosować przemiennie insektycy z różnych grup chemicznych.

Aktualny wykaz zarejestrowanych substancji czynnych w formie zapraw nasiennych do ochrony kukurydzy prezentuje tabela 12., natomiast tabela 13. zawiera wykaz preparatów stosowanych nalistnie.

Środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z etykietą, ściśle z podanymi w niej zaleceniami oraz w taki sposób, aby nie dopuścić do zagrożenia zdrowia człowieka, zwierząt lub środowiska.

Ostrożeń polny w kukurydzy (fot. P. Bereś)

Szarłat szorski w kukurydzy (fot. R. Kierzek)

Gatunek chwastu	Zagrożenia i krótka charakterystyka
Portulaka pospolita	Gatunek ciepłolubny, w okresie wschodów mało groźny dla kukurydzy. Lubi gleby lekkie, piaszczyste, nieco podmokłe.
Perz właściwy	Wieloletni jednoliścienny 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	Wieloletnie światłolubne pnącze. Zacienia i utrudnia wzrost, a nawet częściowo zbiór kukurydzy. Występuje na wszystkich typach gleb.
Poziewnik szorstki	Gatunek konkurencyjny ze względu na małe wymagania świetlne. W zacienionym łanie kukurydzy dobrze rośnie i pobiera azot. Preferuje gleby gliniaste i lżejsze próchniczne.
Przetaczniki	Gatunki mało konkurencyjne dla kukurydzy, szybko kończą okres wegetacji, groźne jako element całkowitego zachwaszczenia.
Przytulia czepna	Zdecydowanie gatunek konkurencyjny. Azotolubny, zacieniający oraz utrudniający wzrost, a nawet zbiór kukurydzy. Preferuje czarnoziemy i gleby gliniaste – żyzne i wilgotne.
Psianka czarna	Gatunek ciepłolubny, konkurencyjny do końca wegetacji kukurydzy, wschody rozciągnięte w czasie. Preferuje gleby lekkie, piaszczyste, przewietrzone, słabo kwaśne. Jest to chwast azotolubny.
Rdest kolankowy	Często konkurencyjny, dorasta do 1 m wysokości. Lubi gleby gliniaste, ciężkie, podmokłe.
Rdest plamisty	Często 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 powojowy	Najbardziej groźny podczas masowego występowania w trakcie wschodów kukurydzy. Preferuje gleby lekkie do średnio ciężkich. Dobrze znosi suszę.
Rdest ptasi	Gatunek typowo światłolubny, dla kukurydzy mało konkurencyjny.
Rumianek pospolity	Gatunek szybko rosnący, konkurencyjny – intensywnie pobiera wodę i składniki pokarmowe, a w początkowej fazie wzrostu silnie zacieniający. Jest wskaźnikiem gleb gliniastych.
Rzodkiew świrzepa	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	Szybko rosnąca, wyjątkowo plenna, o dużym potencjale konkurencyjnym – pobiera wodę i składniki pokarmowe, a także silnie zacieniająca. Ma małe wymagania glebowe.

Szkodnik	Termin analizy	Sposób wykonania obserwacji
Zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa	od 9 liści do fazy wiechowania (BBCH 19–59)	Na plantacjach prowadzonych w monokulturze, w celu określenia liczebności larw co tydzień pobierać po minimum 10 korzeni z otaczającą je glebą w pięciu miejscach plantacji po przekątnej (razem 50 roślin). Pomocne będzie zanurzanie korzeni wraz z glebą w wodzie z dodatkiem soli kuchennej, co spowoduje wypływanie larw ku powierzchni wody.
	faza 3–kolanka do fazy wiechowania (BBCH 33–51)	W celu obliczenia procentu roślin uszkodzonych przez larwy na powierzchni 1 ha kukurydzy uprawianej w monokulturze pobrać losowo po 10 korzeni w 10 miejscach zasiewu po przekątnej (razem 100 roślin) poszukując objawów żerowania szkodnika. Ocenę uszkodzenia sytemu korzeniowego wykonać za pomocą 6-stopniowej skali IOWA, gdzie stopień 1 – oznacza brak uszkodzeń, a stopień 6 – całkowite zniszczenie korzeni. Analizę zaleca się wykonać dwa razy w ciągu kolejnych 2 tygodni z uwagi na ewentualne szybkie wytwarzanie przez rośliny korzeni dodatkowych.
	od fazy 4–kolanka do końca wegetacji (BBCH 34–97)	W celu określenia liczebności chrząszczy na 1 ha uprawy zainstalować minimum 2 pułapki feromonowe w odległości jedna od drugiej co najmniej 50 metrów. Pułapki sprawdzać 2 razy w tygodniu, począwszy od lipca do października. Wraz z każdym kolejnym hektarem zwiększyć liczbę pułapek o 2. Wyraźny wzrost liczby odławianych chrząszczy jest sygnałem do wykonania zabiegu chemicznego zwalczania. Od sierpnia dodatkowo zaleca się użyć pułapki pokarmowe zwabiające osobniki obojga płci.
Pozostałe gatunki	od siewu do zbioru plonu (BBCH 00–99)	W celu wykrycia liczebności i szkodliwości naziemnych gatunków szkodników na powierzchni 1 ha należy przynajmniej raz w tygodniu przeglądać po 100 kolejnych roślin w rzędzie w czterech miejscach plantacji (po przekątnej). Z każdym kolejnym hektarem liczbę roślin zwiększać o 50.

Decyzja o wykonaniu zabiegu chemicznego powinna zostać podjęta na podstawie progów ekonomicznej szkodliwości (tab. 11). Próg szkodliwości to takie nasilenie szkodnika, przy którym wartość spodziewanej straty w plonie jest wyższa od łącznych kosztów zabiegów. Progi ekonomicznej szkodliwości agrofagów są jednym z najważniejszych oraz najtrudniejszych do określenia aspektów chemicznej ochrony roślin. Wartości progu szkodliwości nie można też traktować jednoznacznie. W zależności od fazy rozwoju rośliny, warunków klimatycznych czy występowania wrogów naturalnych, wartość progu szkodliwości może ulec zmianie. Progi ekonomicznej szkodliwości służą jedynie jako pomoc przy podejmowaniu decyzji, ale nie mogą być jedynym kryterium.

Szkodnik	Termin analizy	Sposób wykonania obserwacji
Piętnówki	od mlecznej do pełnej dojrzałości ziarniaków (BBCH 73–85)	Na powierzchni 1 ha przeglądać po 50 kolejnych roślin i kolb w 4 miejscach plantacji po przekątnej pola (razem 200 roślin) w poszukiwaniu gąsienic. Wraz z każdym kolejnym hektarem zwiększyć liczbę analizowanych roślin o 50.
Ploniarka zbożówka	faza 1–3 liści (BBCH 11–13)	Obserwacje na obecność jaj prowadzić pobierając po 5 roślin w 10 miejscach plantacji po przekątnej (razem 50 roślin). Analizę wykonywać dwa razy w tygodniu. Jeśli stwierdzi się 5 lub więcej jaj na 10 roślin zabieg ochrony roślin będzie uzasadniony.
	faza 8–9 liści (BBCH 18–19)	Aby obliczyć procent roślin uszkodzonych należy przeglądać na powierzchni 1 ha co najmniej po 50 kolejnych roślin w rzędzie w czterech miejscach plantacji (razem 200 roślin). Z każdym kolejnym hektarem liczbę roślin zwiększać o 10.
Rolnice	przed siewem (BBCH 00)	Przesiać glebę z dołków o wymiarach 100 x 100 cm i głębokości 30 cm. Na 1 ha uprawy kukurydzy wykonać co najmniej 2 odkrywki glebowe. Wraz z każdym kolejnym hektarem liczbę odkrywek należy zwiększać o 2 o wymiarach 25 x 25 cm i głębokości 30 cm. Określić liczbę rolnic.
	od 3–9 liści do woskowej dojrzałości ziarna (BBCH 13–85)	Do monitorowania nalotu motyli poszczególnych gatunków rolnic w pasach brzeżnych zasiewu umieszczać pułapki feromonowe. Na powierzchni 1 ha zainstalować minimum 2 pułapki feromonowe w odległości jedna od drugiej co najmniej 50 metrów i sprawdzać je co najmniej raz w tygodniu. Wyraźny wzrost liczby motyli wskazuje na ryzyko licznego pojawu gąsienic.
	od 3–9 liści do fazy 2–3 kolanek (BBCH 13–19 do 32–33)	Na powierzchni 1 ha przeglądać po 50 kolejnych roślin w 4 miejscach plantacji po przekątnej pola (razem 200 roślin) w poszukiwaniu gąsienic. Wraz z każdym kolejnym hektarem zwiększyć liczbę analizowanych roślin o 50. Stwierdzenie 1–2 gąsienic na 1 m2 pola uzasadnia zabieg chemiczny.
	od mlecznej do pełnej dojrzałości ziarna (BBCH 73–85)	Na powierzchni 1 ha przeglądać po 50 kolejnych roślin i kolb w 4 miejscach plantacji po przekątnej pola (razem 200 roślin) w poszukiwaniu gąsienic. Wraz z każdym kolejnym hektarem zwiększyć liczbę analizowanych roślin o 50.

Gatunek chwastu	Zagrożenia i krótka charakterystyka
Szarłat szorstki	Gatunek ciepło- i światłolubny, o bardzo silnym wzroście, konkurencyjny do końca wegetacji kukurydzy, wschody rozciągnięte w czasie, azotolubny. Preferuje gleby lekkie, piaszczyste, próchniczne.
Tasznik pospolity	Konkurencyjny dla kukurydzy, jeżeli stanowi część całkowitego zachwaszczenia.
Tobołki polne	Konkurencyjne dla kukurydzy, jeżeli stanową część całkowitego zachwaszczenia.
Zaślaz pospolity	To nowo pojawiający się gatunek na terenach południowej Polski. Intensywny wzrost, osiąga 1,5–2,5 m wysokości. Konkurencyjny pod każdym względem.
Żółtlica drobnokwiatowa	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.

2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Integralnym elementem strategii ograniczania zachwaszczenia w kukurydzy jest właściwe przygotowanie pola pod uprawę, poprzez wykonanie terminowych zabiegów agrotechnicznych, z uwzględnieniem konkretnych warunków klimatyczno-glebowych panujących na plantacji. Zabiegi agrotechniczne muszą poprzedzać pozostałe metody odchwaszczania kukurydzy.

Podorywka na głębokości 5–7 cm, wykonana jak najwcześniej po zbiorze przedplonu (po roślinach zbożowych, strączkowych i mieszankach zbożowo-strączkowych), skutecznie niszczy rosnące chwasty, pobudza kolejne nasiona do kiełkowania, a także ogranicza straty wilgoci w glebie. Po podorywce należy zabronować pole, aby uniknąć strat wody w glebie. Kilkakrotne bronowanie podorywki zwalcza wschodzące chwasty. Jesienią należy wykonać orkę przedzimową na głębokość 25–30 cm i pozostawić w ostrej skibie. Pewna część nasion chwastów zostaje przemieszczona w głąb ziemi, pozostałe zaś, zwłaszcza nasiona chwastów jarych kiełkują i gniją w trakcie okresu zimowego. Pod kukurydzę należy unikać orki wiosennej, stosować ją można wyjątkowo, np. dla przykrycia obornika.

Wiosenne zabiegi uprawowe mają na celu zachowanie rezerw wody glebowej, wymieszanie nawozów z glebą i stworzenie korzystnych warunków dla szybkich i wyrównanych wschodów. Pierwszym zabiegiem wiosennym jest włókowanie (na glebach ciężkich) lub bronowanie (na glebach lżejszych). Czynność ta zmniejsza parowanie i dochodzi do szybszego nagrzania gleby, co w efekcie pobudza kolejne nasiona chwastów do kiełkowania. Bezpośrednio przed siewem należy rolę doprawić najlepiej przy pomocy agregatu uprawowego. Liczbę wiosennych zabiegów należy ograniczyć do niezbędnego minimum, tak by nie spowodować zbytniego rozpylenia lub ugniecenia gleby. Po ostatecznym przygotowaniu gleby przystępuje się do siewu.

Kukurydza po mechanicznym odchwaszczaniu (fot. R. Kierzek)

Kukurydza po zabiegu odchwaszczania (fot. R. Kierzek)

Szkodnik	Termin analizy	Sposób wykonania obserwacji
Omacnica prosowianka	od jesieni do wiosny (po zbiorze plonu)	Z resztek pożniwnych pobrać co najmniej 100 łodyg kukurydzy z zimującymi gąsienicami omacnicy prosowianki i umieścić je w izolatorze entomologicznym w warunkach polowych. Od wiosny śledzić wyloty motyli z poczwarek, zwracając uwagę na szczyt ich liczebności. Po stwierdzeniu licznego wylotu motyli obserwacje przenieść na pole kukurydzy.
	faza wiechowania (BBCH 51–59)	Monitoring plantacji na obecność motyli prowadzić od połowy czerwca. Pułapki feromonowe lub świetlne umieścić w okolicy zasiewu i kontrolować 1–2 razy w tygodniu. W przypadku pułapek feromonowych zaleca się użycie 1–2 sztuk na 1 ha. Wraz z każdym kolejnym hektarem zwiększyć liczbę pułapek o 1 sztukę. Stwierdzenie pierwszego motyla jest sygnałem, że w ciągu 7–10 dni należy wyłożyć biopreparat lub wykonać zabieg chemiczny.
	faza wiechowania (BBCH 51–59)	Obserwacje na obecność złóż jaj prowadzić przeglądając od połowy czerwca dwa razy w tygodniu co najmniej po 50 kolejnych roślin w rzędzie w 4 miejscach plantacji po przekątnej (razem 200 roślin). Stwierdzenie pierwszych złóż jest sygnałem do natychmiastowego wyłożenia biopreparatu, natomiast obecność 6–8 złóż jaj na 100 roślinach wskazuje, że należy wykonać zabieg opryskiwania roślin.
	dojrzałość woskowa ziarniaków (BBCH 85)	Aby wyliczyć procent roślin uszkodzonych przez gąsienice należy przeglądać na powierzchni 1 ha minimum po 100 kolejnych roślin w rzędzie w 4 miejscach plantacji po przekątnej notując liczbę roślin z objawami żerowania szkodnika. Wraz z każdym kolejnym hektarem zwiększyć liczbę analizowanych roślin o 100.
Pędraki	przed siewem (BBCH 00)	Przesiać glebę z dołków o wymiarach 25 x 25 cm i głębokości 30 cm. Na 1 ha uprawy kukurydzy wykonać co najmniej 32 odkrywki glebowe w równych odstępach. Wraz z każdym kolejnym hektarem liczbę odkrywek należy zwiększać o 2. Określić liczbę pędraków.

3.1. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

W celu wykrycia obecności szkodników na plantacji kukurydzy konieczne jest prowadzenie systematycznych obserwacji zasiewu od siewu aż po zbiór plonu. Monitoring występowania i liczebności gatunków szkodliwych powinien być prowadzony co najmniej raz w tygodniu, a w przypadku gatunków bardzo ważnych gospodarczo niekiedy 2–3 razy w tygodniu, w okresie występowania stadium szkodliwego lub stadium bezpośrednio je poprzedzającego. Od dokładności przeprowadzenia obserwacji zależy odpowiednio wczesne wykrycie zagrożenia i stosowne zareagowanie na nie z wykorzystaniem zalecanych metod ochrony roślin.

W tabeli 10. zaprezentowano najważniejsze metody pozwalające określić liczebność oraz szkodliwość wybranych szkodników.

Tabela 10. Metodyka wykonania obserwacji plantacji kukurydzy dla potrzeb ustalenia terminów i konieczności zwalczania najważniejszych szkodników

Szkodnik	Termin analizy	Sposób wykonania obserwacji
Drutowce	przed siewem (BBCH 00)	Przesiać glebę z dołków o wymiarach 25 x 25 cm i głębokości 30 cm. Na 1 ha uprawy kukurydzy wykonać co najmniej 32 odkrywki glebowe w równych odstępach. Wraz z każdym kolejnym hektarem liczbę odkrywek należy zwiększać o 2. Określić liczbę drutowców.
	od siewu do dojrzałości pełnej ziarna (BBCH 00–89)	Na miedzy wokół plantacji kukurydzy umieścić pułapki feromonowe np. typu Yatlorf z dyspenserem feromonowym przeznaczonym do odławiania konkretnego gatunku chrząszczy sprężykowatych. Na powierzchni 1 ha umieścić co najmniej 2 pułapki w odległości nie mniejszej niż 30 m jedna od drugiej. Przynajmniej raz w tygodniu policzyć odłowione chrząszcze. Pułapka pozwala określić poziom liczebności sprężykowatych na danym terenie.
Lenie	przed siewem (BBCH 00)	Przesiać glebę z dołków o wymiarach 25 x 25 cm i głębokości 10 cm. Na 1 ha uprawy kukurydzy wykonać co najmniej 32 odkrywki glebowe w równych odstępach. Wraz z każdym kolejnym hektarem liczbę odkrywek należy zwiększać o 2. Określić liczbę larw leni.
Mszyce	od fazy 1 liścia do końca okresu wegetacji kukurydzy (BBCH 11–97)	Średnią liczbę mszyc na roślinie na plantacji o powierzchni 1 ha ustala się szacując liczbę wszystkich żywych osobników raz w tygodniu na 10 losowo wybieranych roślinach po przekątnej pola. Wraz z każdym kolejnym hektarem zwiększyć liczbę analizowanych roślin o co najmniej 2. Stwierdzenie średnio 300 mszyc na roślinę wskazuje na konieczność wykonania zabiegu chemicznego.

W integrowanych metodach uprawy kukurydzy preferowane są metody mechaniczne z jak najmniejszym udziałem metod chemicznych. O wyborze metody w dużej mierze decyduje m.in. wielkość plantacji, koszty i techniczne możliwości wykonania wybranej metody ochrony.

Metoda mechaniczna polega na mechanicznym lub ręcznym usuwaniu chwastów. Najczęściej stosuje się różnego rodzaju pielniki lub opielacze z biernymi lub aktywnymi elementami roboczymi, które umożliwiają usunięcie chwastów z międzyrzędzi, a także narzędzia ręczne, takie jak motyki, do usuwania chwastów z rzędów kukurydzy. Skuteczne pielenie polega na wyrywaniu lub motyczeniu młodych chwastów. Z uwagi na nierównomierne wschody i zróżnicowane fazy rozwojowe chwastów w trakcie zabiegu do uzyskania zadowalającego efektu chwastobójczego, często koniecznie jest wykonanie co najmniej dwukrotnego pielenia mechanicznego, np. w fazie 2–3 liści oraz 5–7 liści kukurydzy. Metoda ta nie jest całkowicie skuteczna, gdyż trudno usunąć chwasty w rzędach oraz w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Usuwanie chwastów zaawansowanych w rozwoju grozi uszkodzeniem systemu korzeniowego młodej kukurydzy. Dla uzyskania lepszego efektu chwastobójczego, zabieg pielenia mechanicznego najlepiej wykonywać na lekko przesuszoną glebę (chwasty z przerwanym systemem korzeniowym skutecznej zasychają). Pielenie podczas silnego uwilgotnienia gleby, powoduje wtórne ukorzenianie się chwastów. Zakładając mechaniczne odchwaszczanie należy pamiętać, aby szerokość międzyrzędzi dostosować do rozstawu kół ciągnika oraz posiadanych pielników i opielaczy. Zasadniczą wadą metody mechanicznej jest duża pracochłonność i stosunkowo niska wydajność, stąd też stosowana jest na niewielką skalę.

Metoda mechaniczno-chemiczna polega na eliminacji chwastów z międzyrzędzi narzędziami mechanicznymi i pasowym opryskiwaniu tylko rzędów roślin środkiem chwastobójczym. Istnieją dwa warianty stosowania lub łączenia tych dwóch metod zwalczania chwastów. Pierwszy polega na prowadzeniu przez jak najdłuższy czas ochrony mechanicznej (najczęściej od 2 do 6 liści kukurydzy) i w późniejszym etapie wykonanie zabiegu chemicznego, zgodnego z zalecanym terminem agrotechnicznym (np. faza 6–8 liści kukurydzy). Druga możliwość to prowadzenie jednoczesnej ochrony mechanicznej i chemicznej. Pielenie mechaniczne odbywa się w międzyrzędziach, a herbicydy stosowane są na rzędy kukurydzy za pomocą odpowiednich urządzeń rozpylających ciecz użytkową pasowo na szerokość 15–25 cm. Dawkę herbicydu należy przeliczyć na rzeczywistą powierzchnię opryskiwaną. Dzięki łączeniu metody mechaniczno-chemicznej możliwe jest ograniczenie zużycia środków chemicznych od 40 do nawet 75%, co zmniejsza koszty chemicznej ochrony oraz w mniejszym stopniu obciąża środowisko. Do tego typu zabiegów wymagane są maszyny uniwersalne, wyposażone w narzędzia do uprawy międzyrzędowej, jak i specjalistyczny opryskiwacz nabudowany na agregacie. Przedstawione dwie metody, w najwyższym stopniu, spełniają kryteria integrowanej ochrony kukurydzy przed chwastami.

3. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Mając na uwadze dostępność, koszty zakupu specjalistycznych maszyn i narzędzi oraz znaczną pracochłonność niechemicznych metod zwalczania chwastów, w integrowanej ochronie kukurydzy przed chwastami, dopuszcza się również stosowanie metody chemicznej. W tej metodzie duży nacisk kładzie się na prawidłowe wykonanie zabiegu opryskiwania z użyciem atestowanych opryskiwaczy,

właściwie wykalibrowanych i w pełni sprawnych technicznie. Bardzo istotne jest także przestrzeganie zasad odpowiedniego doboru herbicydów, zalecanych dawek, terminów stosowania, zmniejszania dawek – poprzez łączne stosowanie herbicydów i adiuwantów, a także rotacji herbicydów należących do różnych grup chemicznych, która zapobiega zjawisku uodparniania się chwastów.

3.1. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

Do rzeczywistego określenia szkodliwości różnych gatunków chwastów w uprawie kukurydzy wymagane jest utrzymywanie w okresie wegetacji stałej liczebności chwastów na jednostce powierzchni, a także zebranie plonu i wyliczenie, dla jakiego poziomu zachwaszczenia danym gatunkiem został przekroczony próg szkodliwości. Takie obserwacje prowadzone są w stałych warunkach siedliska (typ gleby, uwilgotnienie gleby, przebieg warunków termicznych, nawożenie). Stała liczba chwastów, przy zmianie wartości, chociażby jednego czynnika może wykazać zupełnie inny efekt konkurencji w stosunku do rośliny uprawnej. Obecnie do dyspozycji plantatorów są niepełne dane o szkodliwości podstawowych gatunków chwastów występujących w kukurydzy (tab. 3). Często niewielka populacja chwastów może powodować takie same straty plonu, jak znacznie większe zachwaszczenie, zatem wskaźnik ten nie ma charakteru stałego. Najbardziej konkurencyjnym oddziaływaniem w stosunku do kukurydzy odznaczają się takie gatunki, jak: komosa biała, szarłat szorstki, psianka czarna, ostrożeń polny, rdesty (także rdestówka powojowata), zaślaz pospolity oraz gatunki jednoliścienne: chwastnica jednostronna i perz właściwy.

Progi szkodliwości gatunków chwastów dla kukurydzy są następujące: komosa biała – 2 szt./m², szarłat szorstki – 1–2 szt./m², ostrożeń polny – 1 szt./m², pisanka czarna – 1 szt./m², chwastnica jednostronna – 3–6 szt./m², rdestówka powojowata – kilkanaście roślin/m².

Próg szkodliwości określany jest ilościową lub procentową obniżką plonu, spowodowaną wystąpieniem danego gatunku chwastu na jednostce powierzchni pola lub też wyznaczany jest ekonomiczny próg szkodliwości, czyli kalkulacja kosztów ochrony i opłacalności jej wykonania.

Tabela 3. Oddziaływanie chwastów na plonowanie kukurydzy

Chwasty	Spadek plonu ziarna o 5%, przy liczbie chwastów na powierzchni 10 m² w okresie zbioru
Chwastnica jednostronna	60
Komosa biała	5
Rdestówka powojowata	20
Szarłat szorstki	20

Szkodnik	Zabiegi agrotechniczne, hodowlane i biologiczne
Zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa	Poprawna agrotechnika, płodozmian, dobór odmian o rozbudowanym systemie korzeniowym, izolacja przestrzenna (m.in. od pól kukurydzy prowadzonych w monokulturze), opóźniony siew, zwalczanie chwastów, rozdrabnianie resztek pożniwnych, głęboka orka jesienna.
Zmieniki	Poprawna agrotechnika, płodozmian, zbilansowane nawożenie, izolacja przestrzenna (m.in. od łąk, pastwisk i nieużytków), uprawa odmian o zwartych liściach okrywowych kolb, zwalczanie chwastów, wczesny zbiór plonu.
Znamionówka tarniówka	Poprawna agrotechnika, izolacja przestrzenna (m.in. od większych drzewostanów liściastych i iglastych), zwalczanie chwastów.
Zwierzęta łowne	Wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu, izolacja przestrzenna (m.in. od większych drzewostanów), stosowanie odstraszaczy akustycznych i repelentów, budowa trwałych ogrodzeń, montowanie pastuchów elektrycznych.
Zwójki	Poprawna agrotechnika, izolacja przestrzenna (m.in. od roślin zbożowych, sadów, łąk, pastwisk), zbilansowane nawożenie, zwalczanie chwastów.

3. Chemiczne metody ochrony

Metody niechemiczne nie zawsze są w stanie skutecznie ograniczyć liczebność oraz szkodliwość najważniejszych szkodników kukurydzy, stąd też w integrowanej ochronie roślin dopuszcza się wykorzystanie również metody chemicznej. Musi być ona jednak prowadzona w sposób racjonalny. Stosując ochronę chemiczną należy pamiętać o kilku zasadach:

- preparaty chemiczne powinny być stosowane tylko w ostateczności, w oparciu o szczegółowy monitoring występowania i sygnalizację zwalczania danego gatunku,
- przy zwalczaniu wczesnowiosennych szkodników preferowane są bardziej insektycydowe zaprawy nasienne aniżeli nieselektywne preparaty nalistne,
- preparaty chemiczne należy stosować w zalecanych dawkach (stosowanie dawek obniżonych lub dzielonych odbywa się na odpowiedzialność stosującego, gdy nie ma wyraźnego zapisu w etykiecie),
- insektycydy z różnych grup chemicznych należy stosować przemiennie,
- podejmując decyzję o ochronie chemicznej należy uwzględniać próg ekonomicznej szkodliwości,
- należy wybierać preparaty selektywne lub o niskiej toksyczności przeznaczone do stosowania w integrowanej ochronie roślin,
- termin zabiegu dobierać tak, aby nie powodować wysokiej śmiertelności owadów pożytecznych,
- zabiegi ochrony roślin należy przeprowadzać w temperaturach optymalnych dla działania wybranego preparatu,
- zwracać uwagę na toksyczność preparatów dla pszczół, na prewencję wyznaczoną dla tych owadów oraz na możliwość stosowania insektycydów na rośliny pokryte spadzią, które to informacje znajdują się w etykietach-instrukcjach stosowania,
- przy gatunkach występujących placowo lub pasowo należy zlokalizować miejsca licznego ich występowania, co pozwoli zrezygnować z ochrony całego zasiewu i skupić się tylko na tych newralgicznych miejscach.

Szkodnik	Zabiegi agrotechniczne, hodowlane i biologiczne
Przędziorek chmielowiec	Poprawna agrotechnika, płodozmian, zwalczanie chwastów, izolacja przestrzenna (m.in. od chmielu, buraka i innych roślin żywicielskich).
Ptaki	Wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu, izolacja przestrzenna (m.in. od większych drzewostanów), stosowanie odstraszaczy akustycznych i wizualnych.
Rolnice	Poprawna agrotechnika, płodozmian, podorywki, talerzowanie, izolacja przestrzenna (m.in. od warzyw kapustowatych, rzepaku, nieużytków, zbóż, terenów podmokłych), zbilansowane nawożenie, wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów, rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka jesienna.
Skrzypionki	Poprawna agrotechnika, wczesny siew, izolacja przestrzenna (m.in. od roślin zbożowych), zrównoważone nawożenie.
Skoczek sześciorek	Poprawna agrotechnika, wczesny siew, izolacja przestrzenna (m.in. od roślin zbożowych), zrównoważone nawożenie.
Słonecznica orężówka	Poprawna agrotechnika, płodozmian, zwalczanie chwastów, rozdrabnianie resztek pożniwnych, głęboka orka jesienna.
Ślimaki	Poprawna agrotechnika, płodozmian, podorywki, talerzowanie, staranna uprawa roli, wapnowanie gleby, izolacja przestrzenna (m.in. od roślin zbożowych, rzepaku, warzyw kapustnych), wczesny i głębszy siew ziarna, zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów, wykaszanie traw wokół plantacji, rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka jesienna.
Śmietka kiełkówka	Poprawna agrotechnika, wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu ziarna, zwalczanie chwastów, dokładne przyorywanie obornika.
Turkuć podjadek	Poprawna agrotechnika, płodozmian, zwalczanie chwastów, wykaszanie traw wokół plantacji, izolacja przestrzenna (m.in. od terenów podmokłych, sadów, lasów i upraw warzywnych), rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka jesienna.
Urazek kukurydziany	Poprawna agrotechnika, płodozmian, izolacja przestrzenna (m.in. od sadów, upraw warzywnych, pól pokukurydzianych), terminowy zbiór plonu, rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka jesienna.
Wciornastki	Poprawna agrotechnika, wczesny siew, izolacja przestrzenna (m.in. od roślin zbożowych, nieużytków, łąk, pastwisk), zbilansowane nawożenie, zwalczanie chwastów, orka jesienna.
Wieczernica szczawiówka	Poprawna agrotechnika, płodozmian, izolacja przestrzenna od łąk, lasów, zadrzewień śródpolnych i terenów podmokłych, zwalczanie chwastów.
Włócznica białożyłka	Poprawna agrotechnika, płodozmian, izolacja przestrzenna (m.in. od łąk, lasów, zadrzewień śródpolnych i terenów podmokłych), zwalczanie chwastów.

3.2. Systemy wspomagania decyzji

Więcej informacji na:
www.ior.poznan.pl, www.minrol.gov.pl, www.piorin.gov.pl, www.iung.pulawy.pl, www.coboru.pl, www.ihar.edu.pl

3.3. Dobór środka ochrony roślin i dawki

Chemiczne zwalczanie chwastów w kukurydzy przeprowadza się doglebowo i nalistnie. Wykaz wrażliwości chwastów na substancje czynne w kukurydzy zestawiono w tabeli 4. Dobry efekt stosowania herbicydów doglebowych (BBCH 00–09), można osiągnąć dzięki znajomości pola i przewidywaniu, jakie gatunki chwastów występują na danym polu. Przy stosowaniu herbicydów doglebowych należy pamiętać, aby dane preparaty stosować na dostatecznie uwilgotnioną glebę. Jeśli dawki herbicydów doglebowych podane są w zakresie „od – do", wówczas wyższe dawki należy stosować na glebach cięższych.
Optymalne warunki klimatyczne mają bezpośredni wpływ na rozwój kukurydzy i rozwój chwastów (wrażliwość na herbicydy). Efektywność odchwaszczania kukurydzy jest w dużym stopniu uzależniona od przebiegu pogody, stąd też przy planowaniu zabiegu należy uwzględnić właściwą metodę i termin aplikacji herbicydów.

Największe możliwości skutecznego zwalczania chwastów w kukurydzy uzyskuje się poprzez wykorzystanie herbicydów stosowanych nalistne. Zabiegi nalistne najczęściej wykonuje się w fazie od 2 do 8 liści kukurydzy (BBCH 12–18). W tym czasie rośliny kukurydzy wykazują najmniejszą wrażliwość na środki chwastobójcze, a chwasty z uwagi na zbliżoną fazę rozwojową są skuteczniej zwalczane.

Niektóre herbicydy stosowane doglebowo można także stosować we wczesnych zabiegach nalistnych i w fazie 1–2 liści kukurydzy. Przy stosowaniu herbicydów nalistnych bardzo ważna jest umiejętność rozpoznania gatunków chwastów w różnych stadiach rozwojowych, a następnie dostosowanie właściwego herbicydu. Wyższe dawki należy stosować na chwasty w fazie największej wrażliwości lub w sytuacji, gdy na polu występuje znaczna liczba chwastów średnio wrażliwych na stosowaną substancję czynną. Decydując się na zabieg nalistny, wybór terminu należy warunkować fazą rozwojową kukurydzy, ale także pojawieniem się na plantacji wschodów większości spodziewanych gatunków chwastów dwuliściennych i jednoliściennych.

Opryskiwanie należy przeprowadzać na suche rośliny w odpowiednich warunkach atmosferycznych. Zabiegi należy przeprowadzać w odpowiedniej temperaturze, określonej dla każdego herbicydu, na rośliny zdrowe, nieuszkodzone przymrozkami, żerowaniem szkodników czy działaniem patogenów chorobotwórczych.

Należy przestrzegać wszystkich zaleceń i przeciwwskazań zamieszczonych w etykiecie stosowania herbicydu. Należy pamiętać, że dostosowanie się do wszystkich zaleceń, pozwala często na zastosowanie niższych dawek preparatów, co jest uzasadnione z ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia. Koszty i dawki herbicydów nalistnych można również obniżyć, dzięki stosowaniu odpowiednich adiuwantów. Przy ochronie chemicznej należy pamiętać o rotacji herbicydów zawierających substancje czynne z różnych grup chemicznych, aby do minimum zminimalizować ryzyko uodporniania się chwastów na stosowane preparaty.

Środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z etykietą, ściśle wwdług podanych w niej zaleceń oraz w taki sposób, aby nie dopuścić do zagrożenia zdrowia człowieka, zwierząt lub środowiska.

Tabela 4. Wrażliwość chwastów na substancje czynne stosowane w kukurydzy

Substancja czynna	Termin stosowania (faza BBCH)	Wrażliwe gatunki chwastów
acetochlor	00 do 11–13	bieluń dziędzierzawa, bylica pospolita, chwastnica jednostronna, fiołek trójbarwny, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, komosa biała, mlecz zwyczajny, palusznik krwawy, portulaka pospolita, psianka czarna, przetaczniki, przymiotno kanadyjskie, rdest plamisty, rumianek pospolity, sporek polny, starzec zwyczajny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, wiechlina roczna, wilczomlecz obrotny, włośnice, żółtlica drobnokwiatowa
2,4-D	13–16	chaber bławatek, gorczyca polna, komosa biała, tasznik pospolity, samosiewy rzepaku
2,4-D + florasulam	12–16	chaber bławatek, gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, komosa biała, mak polny, mlecz zwyczajny, maruna bezwonna, miłek letni, niezapominajka polna, ostrożeń polny, przytulia czepna, psianka czarna, rdest plamisty, rdest powojowy, rumian polny, rumianek pospolity, rzodkiew świrzepa, samosiewy rzepaku, stulicha psia, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, wyka wąskolistna, żółtlica drobnokwiatowa
bromoksynil	14–16	bieluń dziędzierzawa, chaber bławatek, gorczyca polna, komosa biała, kurzyślad polny, łoboda rozłożysta, maruna bezwonna, mlecz zwyczajny, mniszek pospolity, ostrożeń polny, podbiał pospolity, psianka czarna, powój polny, rdest plamisty, rdest powojowy, rumianek pospolity, rzodkiew świrzepa, samosiewy rzepaku, skrzyp polny, starzec zwyczajny, szczawie, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa
cykloksydym	14–16	chwastnica jednostronna, paluszniki, włośnice

Szkodnik	Zabiegi agrotechniczne, hodowlane i biologiczne
Gryzonie	Poprawna agrotechnika, płodozmian, izolacja przestrzenna (m.in. od łąk, pastwisk, ugorów, zadrzewień śródpolnych), podorywki, talerzowanie, bronowanie, spulchnianie gleby, zwalczanie chwastów, orka jesienna.
Lenie	Poprawna agrotechnika, płodozmian, podorywki, izolacja przestrzenna (m.in. od terenów podmokłych oraz roślin zbożowych), wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu ziarna.
Miniarki	Poprawna agrotechnika, zbilansowane nawożenie, izolacja przestrzenna (m.in. od roślin zbożowych, łąk, pastwisk, nieużytków), zwalczanie chwastów.
Mszyce	Poprawna agrotechnika, zbilansowane nawożenie azotem, izolacja przestrzenna (m.in. od kukurydzy, zbóż, czeremchy, dzikich i ogrodowych róż, wiązu, łąk, pastwisk, nieużytków), wczesny siew, zwalczanie chwastów.
Omacnica prosowianka	Poprawna agrotechnika, płodozmian, podorywki, talerzowanie, zbilansowane nawożenie, izolacja przestrzenna (m.in. od kukurydzy, resztek pożniwnych kukurydzy, chmielu, prosa), opóźniony siew, uprawa odmian mniej podatnych, zwalczanie chwastów grubołodygowych, stosowanie biopreparatów, wczesny zbiór plonu, rozdrabnianie i głębokie przyoranie resztek pożniwnych, głęboka orka jesienna.
Pasikonik zielony	Izolacja przestrzenna (m.in. od łąk, pastwisk, nieużytków), zwalczanie chwastów.
Pchełki ziemne	Poprawna agrotechnika, zbilansowane nawożenie, wczesny siew, izolacja przestrzenna (m.in. od warzyw kapustowatych, rzepaku, buraka, zbóż), zwalczanie chwastów.
Pędraki	Poprawna agrotechnika, płodozmian, podorywki, talerzowanie, bronowanie, wczesny siew, zwiększona norma wysiewu o co najmniej 10%, spulchnianie gleby, zwalczanie chwastów, izolacja przestrzenna (m.in. od nieużytków, łąk, pastwisk i lasów), rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka jesienna.
Pienik ślinianka	Izolacja przestrzenna (m.in. od terenów podmokłych, łąk, pastwisk, nieużytków), zbilansowane nawożenie, zwalczanie chwastów.
Piętnówki	Poprawna agrotechnika, płodozmian, podorywki, talerzowanie, izolacja przestrzenna (m.in. od warzyw kapustowatych, rzepaku, nieużytków, zbóż, terenów podmokłych), zbilansowane nawożenie, wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów, rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka jesienna.
Ploniarka gnijka	Poprawna agrotechnika, zbilansowane nawożenie, wczesny siew, zwalczanie chwastów, izolacja przestrzenna (m.in. od zbóż ozimych, łąk, pastwisk).
Ploniarka zbożówka	Poprawna agrotechnika, podorywki, wczesny siew, zwalczanie chwastów, uprawa odmian mniej podatnych, izolacja przestrzenna (m.in. od zbóż ozimych, łąk, pastwisk, ugorów).

rych gatunkach mogą wstępnie rozwijać się takie szkodniki, jak: mszyce, wciornastki, zmieniki, omacnica prosowianka, rolnice i inne.

W celu ograniczenia żerowania gatunków występujących do końca okresu wegetacji wskazanym byłoby terminowe zebranie plonu, co pozwoli ograniczyć straty w wysokości, a zwłaszcza jakości plonów ziarna. Bezpośrednio po zbiorze należy zastosować na ściernisko rozdrabniacz resztek, który mechanicznie może zniszczyć nawet do 60% przygotowanych do zimowania gąsienic omacnicy prosowianki. Następnie jeszcze przed nastaniem zimy należy wykonać orkę zimową, którą przykryje grubą warstwą ziemi resztki pożniwne ze znajdującymi się w ich wnętrzu szkodnikami (zwłaszcza omacnicą prosowianką), a także wydobywa na powierzchnię gleby stadia zimujące niektórych gatunków, które padają łupem drapieżników lub giną na wskutek warunków meteorologicznych.

Na plantacjach kukurydzy możliwe jest również zastosowanie metody biologicznej, która polega na zwalczaniu jaj omacnicy prosowianki (a pośrednio także rolnic, piętnówek i słonecznicy orężówki) za pomocą pasożyta zwanego kruszynkiem (*Trichogramma* spp.).

Biopreparaty zawierające poczwarki kruszynka aplikuje się na rośliny kukurydzy ręcznie (zawieszanie na liściach kapsuł z entomofagiem),za pomocą traktorów z rozsiewaczem (aplikacja biopreparatu w formie kulek) lub za pomocą aparatury agrolotniczej itd. lub za pomocą aparatury agrolotniczej (rozsypywanie poczwarek pasożyta na plantacje z wykorzystaniem samolotów lub wiatrakowców). Aby metoda biologiczna charakteryzowała się wysoką skutecznością konieczne jest precyzyjne ustalenie terminu introdukcji entomofaga w momencie pojawu świeżo złożonych złóż jaj szkodnika, gdyż tylko takie są zasiedlane przez samice kruszynka. Formą walki biologicznej z niektórymi szkodnikami jest także dbanie o organizmy pożyteczne, które są wrogami naturalnymi dla wielu gatunków, np. mszyc.

Wykaz niechemicznych sposobów ograniczania liczebności i szkodliwości najważniejszych szkodników kukurydzy przedstawia tabela 9.

Tabela 9. Niechemiczne metody ochrony kukurydzy przed szkodnikami

Szkodnik	Zabiegi agrotechniczne, hodowlane i biologiczne
Błędnica butwica	Poprawna agrotechnika, zwalczanie chwastów, izolacja przestrzenna (m.in. od terenów podmokłych, roślin żywicielskich – szczawiu, chabra bławatka, turzyc, kosaćców, rdestów).
Błyszczka jarzynówka	Poprawna agrotechnika, zwalczanie chwastów, izolacja przestrzenna (m.in. od warzyw kapustowatych, rzepaku, buraka, ziemniaka), rozdrabnianie resztek pożniwnych, wczesna i głęboka orka jesienna.
Helotropha leucostigma	Poprawna agrotechnika, zwalczanie chwastów, izolacja przestrzenna (m.in. od terenów podmokłych oraz roślin żywicielskich – tataraku, turzyc, jeżogłówki, kosaćców).
Drutowce	Poprawna agrotechnika, płodozmian, podorywki, talerzowanie, bronowanie, wczesny siew, zwiększona norma wysiewu o co najmniej 10%, spulchnianie gleby, zwalczanie chwastów, izolacja przestrzenna (m.in. od nieużytków, łąk, pastwisk i lasów), rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka jesienna.

Substancja czynna	Termin stosowania (faza BBCH)	Wrażliwe gatunki chwastów
dikamba + MCPA	15–16	chaber bławatek, dymnica pospolita, gwiazdnica pospolita, komosa biała, kurzyślad polny, mak polny, niezapominajka polna, przetacznik perski, rdesty, samosiewy rzepaku, sporek polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, wyka ptasia
dikamba + nikosulfuron + rimsulfuron	14–18	bodziszek drobny, chwastnica jednostronna, komosa biała, perz właściwy, rumian polny, wyki
dikamba + topramezon	12–16	chwastnica jednostronna, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, komosa biała, przytulia czepna, rdest powojowy, szarłat szorstki, tobołki polne
dikamba + tritosulfuron	12–15	gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, komosa biała maruna bezwonna, przetacznik bluszczykowy, przytulia czepna, rdest kolankowy, rdest plamisty, rdest powojowy, rumianek pospolity, rumian polny, samosiewy rzepaku, stulicha psia, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa
dimetenamid-P + pendimetalina	00	chwastnica jednostronna, przytulia czepna, komosa biała, rdest ptasi, tobołki polne, gwiazdnica pospolita
flufenacet + izoksaflutol	00	dymnica pospolita, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnoty, komosa biała, maruna bezwonna, rumian polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, samosiewy rzepaku
fluroksypyr	13–16	gwiazdnica pospolita, jasnoty, mniszek pospolity, niezapominajka polna, przetaczniki, przytulia czepna, poziewnik szorstki, psianka czarna, powoje, rdesty, szczaw tępolistny, szczaw kędzierzawy, pokrzywy, przymiotno kanadyjskie, tobołki polne, wyki
foramsulfuron + jodosulfuron	12–16	babka zwyczajna, bieluń dziędzierzawa, blekot pospolity, bodziszek drobny, chwastnica jednostronna, fiołek polny, gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnoty, komosy, łoboda rozłożysta, maruna bezwonna, mlecz polny, niezapominajka polna, ostrożeń polny, perz właściwy, pokrzywa żegawka, poziewnik polny, poziewnik szorstki, przetacznik bluszczykowy, proso, przytulia czepna, psianka czarna, psianka kosmata, rumian polny, rumianek pospolity, rzepień, rzodkiew świrzepa, samosiewy rzepaku, sporek polny, stulicha psia, sorgo, szarłat szorstki, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, uczep trójlistkowy, wiechlina roczna, włośnica sina, wilczomlecz obrotny, włośnica zielona, wyczyniec polny, złocień polny, żółtlica drobnokwiatowa, życice

Substancja czynna	Termin stosowania (faza BBCH)	Wrażliwe gatunki chwastów
izoksaflutol + tienkarbazon metylu	00 do 11–12	chwastnica jednostronna, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, komosa biała, przytulia czepna, rdest powojowaty, rdest ptasi, włośnice, rumian pospolity, samosiewy rzepaku, szarłat szorstki, tasznik pospolity
linuron	00	gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, komosa biała, niezapominajka polna, pokrzywa żegawka, sporek polny, starzec zwyczajny, tasznik pospolity, tobołki polne, wyka ptasia, żółtlica drobnokwiatowa
mezotrion	12–18	chwastnica jednostronna, fiołek polny, komosa biała, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa
mezotrion + S-metolachlor + terbutyloazyna	00 do 11–13	blekot pospolity, bodziszek drobny, chaber bławatek, chwastnica jednostronna, dymnica pospolita, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, komosa biała, krzywoszyj polny, kurzyślad polny, mak polny, maruna bezwonna, przetacznik bluszczykowy, przytulia czepna, psianka czarna, rdesty, rumian polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, wilczomlecz obrotny
nikosulfuron	12–18	chwastnica jednostronna, fiołek polny, gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, perz właściwy, przytulia czepna, rdest powojowaty, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa
pendimetalina	00 do 11–12	chwastnica jednostronna, gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnoty, komosa biała, miotła zbożowa, przytulia czepna, rzodkiew świrzepa, sporek polny, szarłat szorstki, wiechlina roczna, włośnice
petoksamid + terbutyloazyna	00 do 11–13	blekot pospolity, bodziszek drobny, chwastnica jednostronna, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, komosa biała, maruna bezwonna, przytulia czepna, psianka czarna, rdesty, rumian polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, wilczomlecz obrotny
rimsulfuron	11–17	chwastnica jednostronna, dymnica pospolita, gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnoty, maruna bezwonna, ostrożeń polny, palusznik krwawy, perz właściwy, przytulia czepna, rumian polny, rumianek pospolity, rzodkiew świrzepa, samosiewy rzepaku, szarłaty, szczawie, tasznik pospolity, tobołki polne, wilczomlecz obrotny, włośnice

odżywczych do nadziemnych części rośliny, co przyczynia się do spadku plonu. Przy silnym ogryzieniu korzeni dochodzi do wylegania roślin, przez co zebranie plonu jest utrudnione bądź niemożliwe do przeprowadzenia. Chrząszcze zagrażają głównie kolbom. Przegryzając świeże znamiona prowadzą do słabszego zaziarniania kolb i niekiedy ich deformacji. Ponadto mogą wyjadać miękkie ziarniaki oraz uszkadzać blaszki liściowe. Dodatkowa szkodliwość gatunku polega na zwiększaniu podatności zasiedlonych roślin na sprawców chorób.

2. Niechemiczne metody ochrony

Do niechemicznych metod ochrony kukurydzy przed szkodnikami zalicza się metodę agrotechniczną, hodowlaną i biologiczną. W metodach niechemicznych, podobnie jak w przypadku ograniczania sprawców chorób ważne miejsce zajmuje wybór optymalnego stanowiska pod siew kukurydzy, tak aby rośliny znalazły optymalne warunki dla rozwoju, dzięki czemu same mogą skutecznie przezwyciężać atak ze strony niektórych gatunków, pod warunkiem, że nie występują masowo.

W metodzie agrotechnicznej podstawowe znaczenie ma płodozmian, który stosowany systematycznie pozwala ograniczyć zagrożenie m.in. ze strony drutowców, pędraków, rolnic, omacnicy prosowianki, a zwłaszcza zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej. W celu ograniczenia nalotu i migracji niektórych gatunków na plantacje kukurydzy, jak np.: ploniarki zbożówki, mszyc, wciornastków, zmieników, omacnicy prosowianki, rolnic, ptaków, zwierzyny leśnej, itp. ważne jest zachowanie izolacji przestrzennej od roślin żywicielskich dla tych gatunków, zadrzewień śródpolnych, lasów, a także ubiegłorocznych resztek pożniwnych kukurydzy.
Dla potrzeb ograniczenia zagrożenia ze strony szkodników glebowych, których większą liczebność wykazały odkrywki glebowe, konieczne jest wykonanie zwiększonej liczby **zabiegów mechanicznych gleby**, takich jak: bronowanie, kultywatorowanie, podorywka. W sytuacji stwierdzenia wysokiej liczebności drutowców, pędraków, rolnic i leni w glebie wskazane jest **zwiększenie normy wysiewu** o co najmniej 10%, a także wykonanie wczesnego siewu, najlepiej w trzeciej dekadzie kwietnia. **Wczesny siew** pozwala także roślinom wzmocnić się przed masowym pojawem innych szkodników m.in. ploniarki zbożówki, mszyc i wciornastów. Z kolei **opóźnienie siewu** do drugiej połowy maja pozwala ograniczyć szkody powodowane przez omacnicę prosowiankę i zachodnią kukurydzianą stonkę korzeniową. Przed wykonaniem samego siewu ważne jest dobranie do uprawy takich odmian kukurydzy, które charakteryzują się **mniejszą podatnością** na ploniarkę zbożówkę i omacnicę prosowiankę. Jest to tzw. metoda hodowlana. Jednym z czynników determinujących szkodliwość obu tych gatunków jest wczesność mieszańca. W przypadku ploniarki zbożówki odmiany wczesne o szybkim wzroście początkowym (FAO do 220) odznaczają się mniejszą podatnością na żerowanie larw, natomiast są chętniej zasiedlane przez omacnicę prosowiankę. Z kolei odmiany średniopóźne (FAO powyżej 260) są chętniej zasiedlane przez ploniarkę zbożówkę, natomiast lepiej sobie radzą z żerowaniem omacnicy prosowianki.
W metodach agrotechnicznych ważne jest również **optymalne nawożenie** zwłaszcza azotem, którego nadmiar sprzyja opanowaniu roślin przez mszyce i omacnicę prosowiankę. Kluczowe jest także **ograniczanie zachwaszczenia**, gdyż na niektó-

MSZYCE – są to pluskwiaki, które występują na plantacjach kukurydzy od kwietnia lub maja aż do zbioru plonów ziarna (październik–listopad). W zależności od warunków meteorologicznych w rozwoju mszyc na kukurydzy obserwuje się od dwóch do trzech szczytów liczebności. Pierwszy (zwykle najliczniejszy) przypada najczęściej w pierwszej połowie lipca, drugi w połowie sierpnia, natomiast trzeci pod koniec września lub w październiku. Mszyce posiadając kłująco-ssący aparat gębowy nakłuwają i wysysają soki z wszystkich nadziemnych, a niekiedy i podziemnych (bawełnica wiązowo-zbożowa) części roślin. Pluskwiaki szczególnie licznie zasiedlają plantacje kukurydzy przenawożone azotem. Szkodliwość bezpośrednia mszyc na wysokość plonu ziarna jest zwykle niewielka. Wyjątkiem są okresy przedłużającej się suszy, gdy żerowanie owadów przyczynia się do szybszej utraty wody przez rośliny, co może negatywnie wpłynąć na plonowanie. Znacznie wyższa jest jednak szkodliwość pośrednia, która polega na zwiększeniu podatności roślin na porażenie przez sprawców chorób.

WCIORNASTKI – są to kilkumilimetrowe owady należące do rzędu przylżeńców. Na plantacjach kukurydzy pojawiają się zwykle od maja i występują do września lub października. W ich rozwoju obserwuje się zwykle jeden szczyt liczebności przypadający najczęściej w drugiej połowie lipca. Podobnie, jak mszyce posiadają kłująco-ssący aparat gębowy, którym nakłuwają wszystkie nadziemne części roślin. Przy licznym żerowaniu prowadzą do powstania przebarwień na blaszkach liściowych oraz do powstania tzw. wciornastkowej plamistości liści. Wciornastki przyczyniają się zwykle do zwiększenia podatności roślin na porażenie przez sprawców chorób.

OMACNICA PROSOWIANKA – jest to motyl nocny, którego stadium szkodliwym są gąsienice dorastające do 2,5 cm długości. Gatunek pojawia się na plantacjach kukurydzy od czerwca, przy czym szczyt składania jaj i masowy wylęg gąsienic przypada w pierwszej i drugiej połowie lipca. Szkodnik żeruje na kukurydzy do zbioru plonów ziarna (wrzesień/październik). Omacnica prosowianka jest jedynym szkodnikiem kukurydzy, który poważnie uszkadza niemal wszystkie nadziemne części roślin. Bezpośrednio po wylęgu gąsienice żerują na blaszkach liściowych, w zawiązkach kolb, na wiechach, na znamionach kolb, na odsłoniętych ziarniakach, pod pochwami liści, w nerwach głównych blaszek liściowych oraz pod liśćmi okrywowymi kolb. W późniejszym czasie wgryzają się do wnętrza ziarniaków, nasady kolby, osadki, a także do łodyg. Gatunek powoduje szereg uszkodzeń, wśród których największe znaczenie ekonomiczne ma: bezpośrednie wyjadanie ziarniaków z kolb, podgryzanie kolb u nasady skutkujące ich obrywaniem się oraz powstawanie złomów łodyg poniżej kolby. Ponadto omacnica prosowianka przyczynia się do zwiększenia podatności roślin na choroby, a zwłaszcza na fuzariozę kolb oraz zgniliznę korzeni i zgorzel podstawy łodygi (Mrówczyński i wsp. 2004).

ZACHODNIA KUKURYDZIANA STONKA KORZENIOWA – to niewielki chrząszcz, którego głównym stadium szkodliwym są żerujące w glebie larwy, dorastające do 18 mm długości. Szkodliwe są również chrząszcze zwłaszcza, gdy licznie występują. Larwy pojawiają się na plantacjach kukurydzy od kwietnia i żerują do sierpnia, natomiast chrząszcze od lipca do października. Larwy występują na plantacjach kukurydzy prowadzonych w monokulturze. Uszkadzając system korzeniowy prowadzą do zakłóceń w transporcie wody i substancji

Substancja czynna	Termin stosowania (faza BBCH)	Wrażliwe gatunki chwastów
S-metolachlor	00	chwastnica jednostronna, paluszniki, włośnice
sulkotrion	14–16	bodziszek drobny, chwastnica jednostronna, fiołek polny, jasnota purpurowa, komosa biała, przetaczniki, psianka czarna, rumian polny, szarłat szorstki
terbutyloazyna	00 do 11–13	bodziszek drobny, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, komosa biała, maruna bezwonna, mlecz zwyczajny, przytulia czepna, rdesty, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne
tifensulfuron metylowy	12–16	gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, poziewnik szorstki, rumian polny, rumianek pospolity, rdesty, rzodkiew świrzepa, szarłat szorstki, samosiewy rzepaku, tobołki polne, tasznik pospolity
tembotrion	12–16	gwiazdnica pospolita, komosa biała, tasznik pospolity, tobołki polne

IV. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB

Roślinom kukurydzy w Polsce zagraża około 400 patogenów, które są odpowiedzialne za rozwój wielu chorób. Aktualnie najliczniejszą, a zarazem najgroźniejszą grupę stanowią grzyby patogeniczne. W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się również na wirusy oraz bakterie patogeniczne mogące porażać rośliny kukurydzy, z których część może być aktywnie przenoszona przez wektory owadzie. Choroby kukurydzy w warunkach sprzyjających ich rozwojowi mogą prowadzić do bezpośrednich strat w wysokości plonu ziarna szacowanych w skali kraju na około 10–15%. Znacznie jednak poważniejsze są straty pośrednie związane ze spadkiem jakości produktu finalnego lub surowca do dalszego przerobu, w tym możliwością jego skażenia przez mikotoskyny, których poziom zawartości m.in. w ziarnie oraz w produktach wytwarzanych z kukurydzy poddawany jest rygorystycznej kontroli.

Aktualne znaczenie chorób kukurydzy wraz z prognozą szkodliwości na najbliższe lata zostało przedstawione w tabeli 5.

Tabela 5. Znaczenie chorób kukurydzy w Polsce – stan aktualny oraz prognoza

Choroba	Aktualnie	Prognoza
Choroba szalonych wiech (*Sclerophthora macrospora*)	+	+
Drobna plamistość liści kukurydzy (*Aureobasidium zeae*)	++	+
Fuzarioza kolb kukurydzy (*Fusarium* spp.)	+++	+++
Głownia kukurydzy (*Ustilago maydis*)	++	++
Głownia pyląca kukurydzy (*Sphacelotheca reiliana*)	+	++
Rdza kukurydzy (*Puccinia sorghi*)	+	++
Zgorzel siewek (*Fusarium* spp., *Phytium* spp.)	++	++
Żółta plamistość liści kukurydzy (*Helminthosporium turcicum*)	++	+++
Bakteryjne gnicie łodygi (*Pantoea ananatis*) (*Enterobacter cloaceae* subsp. *dissolvens*)	+	+
Bakteryjne gnicie łodygi kukurydzy (*Enterobacter cloaceae* subsp. *dissolvens*)	+	+
Zaraza liści i więdnięcie naczyniowe kukurydzy i sorga (*Pantoea agglomerans*)	+	+

Rolnica (fot. P. Bereś)

Mszyce (fot. P. Bereś)

Omacnica prosowianka (fot. P. Bereś)

Zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa (fot. P. Bereś)

Drutowiec (fot. P. Bereś)

Pędrak (fot. P. Bereś)

Ploniarka zbożówka (fot. P. Bereś)

Choroba	Aktualnie	Prognoza
Zgnilizna korzeni i zgorzel podstawy łodygi (*Fusarium* spp.)	+++	+++
Smugowata mozaika pszenicy na kukurydzy (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV)	+	+
Mozaika kukurydzy (*Maize dwarf mosaic virus*, *Sugarcane mosaic virus*, SCMV)	+	+
Żółta karłowatość jęczmienia na kukurydzy (*Barley yellow dwarf virus* – MAV, BYDV-MAV, *Barley yellow dwarf virus* – PAV BYDV-PAV, *Cereal yellow dwarf virus* – RPV, CYDV-RPV)	+	+

+ choroba o znaczeniu lokalnym
++ choroba ważna
+++ choroba bardzo ważna

1. Najważniejsze choroby grzybowe

» **ZGORZEL SIEWEK** (sprawcy: grzyby rodzaju *Fusarium* oraz *Phytium*) – pierwotnym źródłem porażenia jest zainfekowana gleba lub materiał siewny. Rozwojowi choroby sprzyja zbyt głęboki lub wczesny siew niezaprawionego ziarna w słabo ogrzaną glebę, a także chłodna i wilgotna pogoda podczas kiełkowania nasion i wschodów roślin. Rośliny zwykle jako pierwsze infekują grzyby rodzaju *Phytium*, a wraz z rosnącą temperaturą, grzyby rodzaju *Fusarium*. Grzybnia rozwija się na zewnątrz i wewnątrz porażonych tkanek prowadząc do obumierania. Wyróżnia się zgorzel przedwschodową, która poraża pęczniejące i kiełkujące ziarniaki oraz zgorzel powschodową infekującą siewki i młode rośliny. Objawy chorobowe pojawiają się na korzeniach i na podstawie łodygi w postaci żółtych, później brunatniejących plam, stopniowo przechodzących w czerniejące smugi. Silne uszkodzenie tych organów, a zwłaszcza szyjki korzeniowej prowadzi do wypadania roślin. Niekiedy rośliny słabo porażone nie zamierają, ale rosną dalej, przy czym są bardziej podatne na porażenie przez inne patogeny, zwłaszcza wywołujące zgniliznę korzeni i zgorzel podstawy łodygi.

» **GŁOWNIA KUKURYDZY (GUZOWATA)** (sprawca: grzyb *Ustilago maydis*) – pierwotnym źródłem porażenia jest gleba, resztki pożniwne kukurydzy lub zainfekowany materiał siewny. W Polsce w ciągu sezonu wegetacyjnego mogą rozwinąć się trzy generacje choroby, przypadające na okres rozwijania od czwartego do siódmego liścia (1 generacja), kwitnienia (2 generacja) oraz wypełniania i dojrzałości mlecznej ziarniaków (3 generacja). Rozwojowi choroby i jej rozprzestrzenianiu się w uprawie sprzyjają uszkodzenia powodowane zwłaszcza przez ploniarkę zbożówkę, mszyce i wciornastki, natomiast w późniejszym okresie głównie przez omacnicę prosowiankę. Objawy chorobowe mają postać narośli (guzów) zlokalizowanych na blaszkach liściowych, łodygach, wiechach i kolbach, we wnętrzu których znajduje się masa zbitych, szaro-czarnych zarodników. Początko-

wo narośla są jasne i jędrne, z czasem brunatnieją, marszczą się i pękają. Z gospodarczego punktu widzenia najgroźniejsza jest pierwsza i druga generacja głowni, która niekiedy może poważnie zdeformować lub nawet zniszczyć rośliny. Rośliny porażone w okresie rozwijania od czwartego do siódmego liścia oraz w czasie wiechowania i pylenia mogą w ogóle nie wytwarzać kolb. Późniejsze infekcje, wpływają głównie na spadek jakości plonu, przy czym nie wykazano, aby sprawca głowni kukurydzy wytwarzał mikotoksyny. Szkodliwość głowni polega na zmniejszeniu wysokości plonu ziarna oraz wartości pokarmowej paszy otrzymywanej z porażonych roślin, która ma mniej energii i białka oraz pogorszoną zdolność fermentacyjną. Zarodniki przetrwalnikowe głowni zachowują zdolność do infekcji przez okres 3 lat.

» **GŁOWNIA PYLĄCA KUKURYDZY** (sprawca: grzyb Sphacelotheca reiliana) – obok głowni kukurydzy (guzowatej) plantacjom kukurydzy, zwłaszcza prowadzonym w wieloletniej monokulturze może zagrażać głownia pyląca kukurydzy. Pierwotnym źródłem infekcji jest gleba, resztki pożniwne oraz zainfekowany materiał siewny. Patogen poraża młode rośliny kukurydzy na początku ich wegetacji, przy czym rozwija się w ukryciu wewnątrz tkanek (przerastając je systemicznie), a pierwsze objawy chorobowe widoczne są dopiero w lipcu. Rośliny zainfekowane są niższe od zdrowych i bladozielone. Zmiany chorobowe widoczne są na kolbach oraz w mniejszym stopniu na wiechach. Organy te całkowicie lub częściowo przekształcają się w ciemnobrunatną lub czarną masę grzybni i zarodników. Początkowo zarodnie otoczone są jasnoszarą delikatną błonką, która następnie pęka uwalniając zarodniki. Wiechy z objawami chorobowymi przybierają wygląd jakby były zwęglone. Głownia pyląca występuje powszechnie w Polsce opanowując zwykle do kilku procent roślin, jednak w lata sprzyjające jej rozwojowi może porazić nawet do 80% roślin. Bardzo często procent roślin opanowanych przez sprawcę choroby jest równy wysokości strat w plonach ziarna. Sprawca choroby niszczy całkowicie rozwijające się ziarno w porażonej kolbie. Na szkodliwość tej choroby wpływa także bardzo długi okres przeżywalności zarodników w glebie, który wynosi nawet do 10 lat.

» **ZGNILIZNA KORZENI I ZGORZEL PODSTAWY ŁODYGI** (sprawca: grzyby rodzaju *Fusarium*) – choroba potocznie nazywana jest fuzariozą łodyg. Jest to aktualnie jedna z najgroźniejszych chorób kukurydzy w Polsce. Pierwotnym źródłem infekcji są zarodniki znajdujące się w glebie, na resztkach pożniwnych, jak również przenoszone przez wiatr lub wodę. Choroba często rozwija się w następstwie wcześniejszego porażenia roślin przez zgorzel siewek lub też w wyniku niezależnych infekcji, którym sprzyjają uszkodzenia powodowane przez szkodniki, a w szczególności przez omacnicę prosowiankę. Pierwsze objawy chorobowe widoczne są w lipcu w postaci więdnących i zasychających od dołu ku górze blaszek liściowych. Z czasem całe rośliny stają się chlorotyczne i osłabione we wzroście. W warunkach ciepłej i wilgotnej pogody szybko następuje gnicie tkanek wewnątrz łodygi co sprawia, że rośliny nie są w stanie utrzymać się w pionie i łamią się w miejscach silnego porażenia. Objaw ten przypomina złomy łodyg powodowane przez omacnicę prosowiankę. Porażone tkanki wewnątrz łodyg zmieniają barwę w zależności od gatunku grzyba, jaki je opanował zwykle na kolor czerwonawy lub łososiowy. Kolby porażonych roślin charakterystycznie zwieszają się w dół, jakby były podgryzione u nasady. Sprawcy zgnilizny korzeni i zgorzeli podstawy łodygi obok bezpośredniego wpływu na wysokość plonu ziarna posiadają zdolność do wytwarzania mikotoksyn.

1. Najważniejsze gatunki szkodników

» **DRUTOWCE I PĘDRAKI** – drutowce są to larwy chrząszczy z rodziny sprężykowatych, natomiast pędraki są to larwy chrabąszczowatych. W zależności od gatunku, rozwój jednego pokolenia trwa zwykle 3–5 lat. Drutowce i pędraki przebywają w ziemi przez cały okres wegetacji kukurydzy (od kwietnia do października/listopada), jednak największe uszkodzenia powodują w okresie kiełkowania, wschodów i rozwoju pierwszych liści. Wyjadając kiełkujące ziarniaki i zjadając siewki powodują powstawanie w łanie pustych placów tzw. łysin. W późniejszym okresie uszkadzając system korzeniowy roślin mogą prowadzić do więdnięcia, żółknięcia i zamierania młodych roślin. Niekiedy szkodniki mogą wgryzać się w podstawę łodygi większych roślin, co skutkuje ich łamaniem się i zamieraniem.

» **PLONIARKA ZBOŻÓWKA –** jest to muchówka, której stadium szkodliwym są beznogie larwy żerujące wewnątrz roślin. Gatunek w ciągu roku rozwija trzy pokolenia, jednak kukurydzy zagrażają larwy pierwszego pokolenia pojawiające się od maja i żerujące zwykle do końca czerwca. Ploniarka zbożówka uszkadza siewki oraz rośliny rozwijające pierwsze liście. Słabsze uszkodzenia mają postać przejaśnień biegnących wzdłuż nerwów liści, niekiedy z drobnymi otworkami. Silniejsze uszkodzenie blaszek liściowych sprawia, że liście są zbite, trudno się rozwierają, ulegają poszarpaniu, a cała roślina ulega deformacji. Poważne uszkodzenia powstają, gdy larwy uszkodzą stożek wzrostu, co prowadzi do karłowacenia rośliny i wybijania kilku pędów bocznych, zazwyczaj nie zawiązujących kolb. Gdy stożek wzrostu zostanie zjedzony, wówczas roślina zamiera. Żerowanie larw ploniarki zbożówki istotnie przyczynia się do wzrostu porażenia roślin przez sprawców chorób, zwłaszcza przez głownię guzowatą.

» **ROLNICE** – są to motyle nocne z rodziny sówkowatych, których gąsienice uszkadzają wiele roślin uprawnych i dziko rosnących. Rolnice zagrażają kukurydzy już od siewów, gdyż wówczas gąsienice po zimowaniu odbywają żer uzupełniający. W późniejszym okresie większą ich liczebność stwierdza się w czasie rozwijania przez rośliny pierwszych międzywęźli (zwykle w czerwcu) oraz w czasie rozwoju ziarniaków (zwykle w sierpniu). Poważne szkody związane z żerowaniem rolnic obserwowane są co kilka lat, co wynika z gradacyjności ich pojawów. Na początku wegetacji gąsienice żerują w jeszcze zwiniętych liściach kukurydzy, wygryzając w nich otwory. Gdy staną się wrażliwe na światło schodzą do gleby, gdzie uszkadzają system korzeniowy, co skutkuje więdnięciem, żółknięciem i zamieraniem roślin. Bardzo często pod osłoną nocy gąsienice opuszczają glebę i wgryzają się w podstawę łodygi roślin, gdzie wyjadają otwory. Prowadzi to do łamania się roślin. Jedna gąsienica jest w stanie zniszczyć do kilkunastu roślin w rzędzie. W okresie mlecznej oraz woskowej dojrzałości ziarniaków rolnice mogą żerować na kolbach, gdzie wyjadają miękkie ziarniaki. W miejscu ich żerowania można spotkać liczne odchody, na których rozwijają się grzyby pleśniowe.

» **PIĘTNÓWKI** – są to motyle nocne z rodziny sówkowatych, których gąsienice zagrażają głównie kolbom kukurydzy. Ich liczny pojaw obserwuje się zwykle w lipcu i sierpniu. W okresie mlecznej oraz woskowej dojrzałości ziarniaków piętnówki, podobnie jak rolnice mogą żerować na kolbach, gdzie wyjadają miękkie ziarniaki. W miejscu ich żerowania stwierdza się liczne odchody, na których rozwijają się grzyby pleśniowe.

Szkodnik	Aktualnie	Prognoza
Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)	++ (+)	+++
Pasikonik zielony (*Tettigonia virdissima* L.)	+	+
Pchełki ziemne (*Halticinae* spp.) – m.in. pchełka zbożowa, pchełka smużkowata, pchełka falistosmuga	+	+
Pędraki (*Melolonthidae*) – m.in. chrabąszcz majowy, guniak czerwczyk, ogrodnica niszczylistka	+ (+)	++
Pienik ślinianka (*Philaenus spumarius* L.)	+	+
Piętnówki (*Hadeninae*) – m.in. piętnówka brukwianka, piętnówka grochówka	+	+ (+)
Ploniarka gnijka (*Elachiptera cornuta* Fall.)	+	+
Ploniarka zbożówka (*Oscinella frit* L.)	++	++ (+)
Przędziorek chmielowiec (*Tetranychus urticae* Koch)	+	+ (+)
Ptaki (*Aves*) – m.in. wróblowate, krukowate, gołębiowate	+	+ (+)
Rolnice (*Agrotinae*) – m.in. rolnica zbożówka, rolnica czopówka, rolnica panewka i rolnica gwoździówka	+ (+)	++ (+)
Skrzypionki (*Oulema* spp.) – skrzypionka zbożowa i skrzypionka błękitek	+	++
Skoczek sześciorek (*Macrosteles laevis* Ribaut.)	+	+
Słonecznica orężówka (*Helicoverpa armigera* Hüb.)	+	+
Ślimaki (*Gastropoda*) – m.in. pomrowik plamisty, ślinik luzytański, bursztynka pospolita	+	+ (+)
Śmietka kiełkówka (*Delia platura* Meig.)	+	+
Turkuć podjadek (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.)	+	+
Urazek kukurydziany (*Glischrochilus quadrisignatus* Say)	+	++
Wciornastki (*Thysanoptera*) – m.in. *Frankliniella tenuicornis* oraz *Haplothrips aculeatus*	+ (+)	++
Wieczernica szczawiówka (*Acronicta rumicis* L.)	+	+
Włócznica białożyłka (*Simyra albovenosa* Goeze)	+	+
Zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa (*Diabrotica v. virgifera* Le Conte)	+	++
Zmieniki (*Lygus* spp.) – m.in. zmienik lucernowiec	+	+
Znamionówka tarniówka (*Orgyia antiqua* L.)	+	+
Zwierzęta łowne (*Mammalia*) – m.in. dziki i jeleniowate	++	++
Zwójki (*Tortricidae*) – m.in. zwójka chryzantemeczka	+	+

+ szkodnik o znaczeniu lokalnym
++ szkodnik ważny
+++ szkodnik bardzo ważny
(+) wyższa szkodliwość w lata sprzyjające rozwojowi

Głownia kukurydzy (fot. M. Korbas)

Głownia pyląca kukurydzy (fot. M. Korbas)

Fuzarioza kolb (fot. M. Korbas)

FUZARIOZA KOLB (sprawca: grzyby rodzaju *Fusarium*) – to druga najważniejsza choroba kukurydzy w kraju. Pierwotnym źródłem infekcji są zarodniki grzyba znajdujące się w glebie oraz na resztkach pożniwnych kukurydzy. Pojaw choroby może być także wynikiem wcześniejszego opanowania roślin przez zgniliznę korzeni i zgorzel podstawy łodygi, gdy grzybnia przerasta do kolb. Rozwojowi fuzariozy kolb sprzyjają lata ciepłe i wilgotne oraz uszkodzenia powodowane przez szkodniki, a zwłaszcza omacnicę prosowiankę, rolnice, piętnówki i urazka kukurydzianego. Pierwsze objawy chorobowe widoczne są w okresie mlecznej i woskowej dojrzałości ziarna na liściach okrywowych kolb i ziarniakach w postaci białej, różowej lub czerwonej grzybni. Przy wczesnym porażeniu kolb dochodzi przeważnie do obumierania ziarniaków. Późniejsze infekcje prowadzą do słabszego wypełnienia ziarna, ich matowienia i pękania, a także porażania przez inne patogeny, m.in. grzyby rodzaju *Trichoderma*, *Penicillium* i *Trichothecium*. Sprawcy fuzariozy kolb posiadają zdolność wytwarzania mikotoksyn.

DROBNA PLAMISTOŚĆ LIŚCI KUKURYDZY (sprawca: grzyb *Aureobasidium zeae*) – pierwotnym źródłem infekcji są resztki pożniwne kukurydzy. Większe nasilenie drobnej plamistości liści kukurydzy obserwuje się w północnej i środkowej Polsce. Na południu kraju choroba liczniej występuje w lata chłodne, z dużą ilością opadów. W warunkach wysokiej wilgotności zarodniki grzyba 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. Pierwsze objawy porażenia roślin można zaobserwować w czerwcu lub lipcu. Początkowo są to drobne, średnicy około 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 czerwonobrunatnym pierścieniem i prześwitującą jasną obwódką. Plamy stopniowo powiększają się i łączą ze sobą pokrywając znaczną część zainfekowanych organów. Największe występowanie choroby i powodowane przez nią szkody obserwuje się podczas chłodnego i deszczowego lata. Objawy chorobowe występują początkowo na liściach położonych najniżej, sukcesywnie przenosząc się w wyższe partie roślin. Choroba przyczynia się głównie do obniżenia powierzchni asymilacyjnej roślin i spadku jakości surowca do produkcji pasz, głównie kiszonki.

ŻÓŁTA PLAMISTOŚĆ LIŚCI KUKURYDZY (sprawca: grzyb *Helminthosporium turcicum*) – pierwotnym źródłem porażenia są resztki pożniwne kukurydzy zawierające zarodniki. Rozprzestrzenianiu się zarodników na plantacjach kukurydzy sprzyja wiatr, a także uszkodzenia tkanek powodowane przez szkodniki, zwłaszcza o kłująco-ssącym aparacie gębowym. Rozwojowi choroby sprzyja ciepła i umiarkowanie deszczowa pogoda. Większe nasilenie występowania helmintosporiozy obserwuje się w południowej Polsce. 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 czerwonobrunatną obwódką. Przebarwienia są owalne, wydłużone, o nieregularnych kształtach, najczęściej układające się wzdłuż nerwów. Wraz z postępującą infekcją plamy łączą się ze sobą pokrywając znaczną część nadziemnych organów roślin. Silnie opanowane liście zasychają, a całe rośliny są osłabione wskutek spadku powierzchni asymilacyjnej. Przy silnym porażeniu następuje przedwczesne dojrzewanie roślin oraz gorsze wypełnienie ziarna, prowadzące do spadku wysokości plonu.

V. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

Roślinom kukurydzy w Polsce zagraża ponad 50 szkodników, wśród których dominują przedstawiciele gromady owadów (Insecta). Ich liczba sukcesywnie wzrasta, gdyż co pewien czas pojawiają się nowe gatunki czego przykładem jest m.in.: wieczernica szczawiówka, włócznica białożyłka, słonecznica orężówka, przędziorek chmielowiec, *Helotropha leucostigma*, a także udaje się zidentyfikować te, które choć występują od wielu lat dotychczas określane były, np.: ogólną nazwą rodziny – takim przykładem są wciornastki, których pełen skład gatunkowy został ostatnio rozpoznany.

Za rosnące znaczenie gospodarcze szkodników kukurydzy, a także chorób rozwijających się w następstwie ich żerowania w dużej mierze odpowiedzialny jest wzrost powierzchni uprawy kukurydzy, który pociągnął za sobą intensyfikację produkcji, w tym stosowanie licznych uproszczeń agrotechnicznych. Nie bez znaczenia są także: dobieranie do uprawy odmian podatnych na agrofagi (w tym pochodzących z nielegalnej samoreprodukcji), problemy z monitorowaniem najważniejszych gatunków i określaniem optymalnego terminu ich zwalczania, brak wystarczającej liczby preparatów chemicznych (zwłaszcza selektywnych) oraz biopreparatów, trudności techniczne związane z ochroną wysokiego łanu, a także występowanie korzystnych warunków meteorologicznych dla rozwoju wielu gatunków, co częściowo może wynikać z obserwowanych zmian klimatycznych.

Straty spowodowane występowaniem szkodników w warunkach sprzyjających ich rozwojowi mogą być duże, niekiedy powodujące konieczność likwidacji zasiewu, co może zdarzyć się, np. w lata gradacji rolnic. W wyniku występowania najważniejszych gatunków średnie straty w plonach kiszonki w skali kraju szacowane są na około 10%, natomiast przy produkcji kukurydzy ziarnowej na 15–20%. Jednocześnie następstwem występowania szkodników jest gorszej jakości plon ziarna i zielonej masy przeznaczonej na kiszonkę, w tym możliwość jego skażenia mikotosynami.

Aktualne znaczenie szkodników kukurydzy wraz z prognozą ich szkodliwości na najbliższe lata zostało przedstawione w tabeli 8.

Tabela 8. Znaczenie szkodników kukurydzy w Polsce – stan aktualny oraz prognoza

Szkodnik	Aktualnie	Prognoza
Błędnica butwica (*Xylena vetusta* Hbn.)	+	+
Błyszczka jarzynówka (*Plusia gamma* L.)	+	+
Helotropha leucostigma Hbn.	+	+
Drutowce (*Elateridae*) – m.in. podrzut szary, osiewnik ciemny i osiewnik rolowiec	+ (+)	++
Gryzonie (*Rodentia*) – m.in. mysz polna, nornik polny	+	++
Lenie (*Bibio* spp.) – m.in. leń ogrodowy	+	+
Miniarki (*Agromyzidae* spp.) – m.in. miniarka trawówka	+	+
Mszyce (*Aphididae*) – m.in. mszyca czeremchowo-zbożowa, mszyca różano-trawowa, mszyca zbożowa, mszyca kukurydziana, bawełnica wiązowo-zbożowa	++	++ (+)

W przypadku samodzielnego zaprawiania ziarna należy przestrzegać wszystkich zaleceń i przeciwwskazań zamieszczonych w etykiecie stosowania. Aktualnie dostępne na rynku zaprawy nasienne posiadają formulację FS (płynny koncentrat), która charakteryzuje się brakiem osypywania się preparatu z okrywy owocowo-nasiennej ziarniaków, nie pyli i tworzy szczelną powłokę wokół ziarniaków.

W tabeli 7. podano wykaz zarejestrowanych substancji czynnych do ochrony kukurydzy przed wczesnowiosennymi sprawcami niektórych chorób.

Środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z etykietą, ściśle z podanymi w niej zaleceniami oraz w taki sposób, aby nie dopuścić do zagrożenia zdrowia człowieka, zwierząt lub środowiska.

Tabela 7. Zaprawy nasienne (substancje czynne) stosowane w uprawie kukurydzy do ograniczania sprawców chorób

Grupa chemiczna	Substancja czynna	Gatunki zwalczane
Triazole	tritikonazol	zgorzel siewek, głownia kukurydzy, głownia pyląca kukurydzy
Fenylopirole + fenyloamidy	fludioksonil + metalaksyl-M	zgorzel siewek, głownia kukurydzy
Karboksyanilidy + ditiokarbaminiany	tiuram + karboksyna	zgorzel siewek, głownia kukurydzy

Drobna plamistość liści (fot. M. Korbas)

Żółta plamistość liści (fot. M. Korbas)

Rdza kukurydzy (fot. M. Korbas)

Choroba szalonych wiech (fot. M. Korbas)

» **RDZA KUKURYDZY** (sprawca: grzyb *Puccinia sorghi*) – pierwotnym źródłem infekcji są resztki pożniwne kukurydzy lub zarodniki przenoszone z żywiciela wiosennego, którym jest szczawik (*Oxalis* spp.). Rdza kukurydzy występuje we wszystkich rejonach uprawy kukurydzy w Polsce, ale najlepsze warunki do porażenia roślin i rozwoju choroby znajduje w najcieplejszej, południowej części kraju. Rozprzestrzenianiu się patogena na plantacjach kukurydzy sprzyja wiatr i uszkodzenia powodowane przez szkodniki. Pierwsze objawy chorobowe występują już w czerwcu lub lipcu. Na liściach tworzą się rdzawe, wydłużone, „poduszeczki" wielkości 0,2–2 mm. Są one rozproszone na całej powierzchni blaszek liściowych po obu jej stronach. Przy silnej infekcji objawy chorobowe widoczne są także na łodygach i liściach okrywowych kolb. Pod koniec sezonu wegetacyjnego na liściach pojawiają się brunatno-czarne poduszeczki z zarodnikami przetrwalnikowymi. Niewielkie porażenie pojedynczych liści nie wpływa na wysokość plonu, natomiast silne opanowanie roślin skutkuje znaczną redukcją powierzchni asymilacyjnej, co w konsekwencji prowadzi do wcześniejszego dojrzewania i zamierania kukurydzy oraz niepełnego zaziarnienia kolb.

» **CHOROBA SZALONYCH WIECH** (sprawca: organizm grzybopodobny *Sclerophthora macrospora*) – pierwotnym źródłem infekcji są resztki pożniwne, dzikie trawy oraz porażony materiał siewny. Do porażenia roślin niezbędna jest obecność wody na plantacji, np. w formie stagnującej wody. Najbardziej wrażliwe na infekcje są rośliny kukurydzy w fazie 4–5 liści, gdy uprawa zalana jest wodą przez co najmniej 24–48 godzin. Grzybnia wewnątrz tkanek roślinnych rozrasta się międzykomórkowo doprowadzając do porażenia systemicznego, czego efektem jest hipertrofia czyli nadmierny wzrost tkanek. Objawy chorobowe to deformacja liści, łodyg, wiech i kolb. Wiechy zamieniają się w duże, puszyste, liściopodobne twory, nie produkujące pyłku. Zniekształceniu mogą ulec także kolby, które przybierają postać pióropusza składającego się z kilku lub kilkunastu, drobnych, liściokształtnych wiech pozbawionych ziarniaków. Liście zainfekowanych roślin są wąskie, poskręcane i chlorotyczne. Zainfekowana roślina zostaje zniekształcona po około 2–3 tygodniach od pojawienia się pierwszych zmian chorobowych. Na plantacjach silnie opanowanych przez chorobę obserwuje się znaczny spadek udziału kolb w plonie.

2. Najważniejsze choroby wirusowe

Wzrost powierzchni upraw kukurydzy w Polsce powoduje wzrost znaczenia gospodarczego chorób tej rośliny, w tym także chorób wirusowych. Dotychczas w Polsce wykazano występowanie sześciu wirusów porażających kukurydzę. Są to: trzy wirusy wywołujące **żółtą karłowatość jęczmienia na kukurydzy** (ŻKJ), do których należą: wirus żółtej karłowatości jęczmienia – MAV (*Barley yellow dwarf virus* – MAV, BYDV-MAV), wirus żółtej karłowatości jęczmienia – PAV (*Barley yellow dwarf virus* – PAV BYDV-PAV) oraz wirus żółtej karłowatości zbóż (*Cereal yellow dwarf virus* – RPV, CYDV-RPV). Obok nich rośliny poraża wirus **smugowatej mozaiki pszenicy na kukurydzy** (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV), a także dwa wirusy powodujące **mozaikę kukurydzy**: wirus karłowej mozaiki kukurydzy (*Maize dwarf mosaic virus*, MDMV) oraz wirus mozaiki trzciny cukrowej (*Sugarcane mosaic virus*, SCMV).

Wirusy odpowiedzialne za rozwój żółtej karłowatości jęczmienia są najliczniej stwierdzaną grupą spokrewnionych, sferycznych wirusów przeno-

Choroba	Metody niechemiczne
CHOROBY WIRUSOWE	
Mozaika kukurydzy Smugowata mozaika pszenicy na kukurydzy Żółta karłowatość jęczmienia na kukurydzy	Unikanie stanowisk podmokłych i okresowo zalewanych, stosowanie płodozmianu, zastosowanie izolacji przestrzennej od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych, wysiewanie kwalifikowanego materiału siewnego, stosowanie wczesnego siewu, zbilansowane nawożenie, zwalczanie zachwaszczenia i szkodników, nie wykorzystywanie do nawadniania kukurydzy wody stagnującej w zbiornikach, dokładne rozdrabnianie i głębokie przyoranie resztek pożniwnych.

5. Chemiczne metody ochrony

Metoda chemiczna w kukurydzy jest bardzo ograniczona w stosowaniu, gdyż obejmuje jedynie użycie fungicydowych zapraw nasiennych. Większość dostępnego na rynku kwalifikowanego materiału siewnego jest już zabezpieczona odpowiednimi zaprawami. Jedynie w sytuacji zakupu czystego ziarna siewnego, istnieje potrzeba jego usługowego zaprawienia przez wyspecjalizowane firmy. Aktualnie zarejestrowane w kukurydzy preparaty skierowane są przeciwko: zgorzeli siewek, głowni kukurydzy oraz głowni pylącej kukurydzy. Trwają obecnie prace nad dopuszczeniem do stosowania fungicydów aplikowanych nalistnie.

5.1. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

Decyzję o zastosowaniu ochrony chemicznej przeciwko chorobom należy podjąć na podstawie własnego monitoringu stanu fitosanitarnego plantacji i doświadczenia, gdyż dotychczas nie zostały opracowane progi ekonomicznej szkodliwości. Dla potrzeb wykonania obserwacji zaleca się od siewów aż po zbiór plonu systematyczne analizowanie co najmniej 100 roślin w czterech miejscach zasiewu (razem minimum 400) na obszarze 1 ha. Z każdym kolejnym hektarem liczbę roślin należy zwiększać co najmniej o 50.

5.2. Systemy wspomagania decyzji

Więcej informacji na:
www.ior.poznan.pl, www.minrol.gov.pl, www.piorin.gov.pl, www.iung.pulawy.pl, www.coboru.pl, www.ihar.edu.pl

5.3. Dobór środka ochrony roślin i dawki

Z powodu ograniczonego dostępu do fungicydowych zapraw nasiennych zarejestrowanych w kukurydzy dla indywidualnych odbiorców należy zaopatrywać się w materiał siewny zaprawiany przez firmy hodowlane lub dystrybutorów nasion. Możliwe jest również skorzystanie z usługowego zaprawiania materiału siewnego przez wyspecjalizowane firmy dysponujące nowoczesnymi zaprawiarkami.

Tabela 6. Niechemiczne metody ochrony kukurydzy przed chorobami

Choroba	Metody niechemiczne
CHOROBY BAKTERYJNE	
Bakteryjna plamistość liści kukurydzy Bakteryjne gnicie łodygi Zaraza liści i więdnięcie naczyniowe kukurydzy i sorga	Płodozmian, izolacja przestrzenna (m.in. od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych, stanowisk podmokłych), zakup kwalifikowanego materiału siewnego, wczesny siew, zbilansowane nawożenie, zwalczanie chwastów i szkodników, dokładne rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka zimowa.
CHOROBY GRZYBOWE	
Choroba szalonych wiech	Płodozmian, izolacja przestrzenna (m.in. od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych, traw wieloletnich, stanowisk podmokłych i okresowo zalewanych), zakup kwalifikowanego materiału siewnego, wczesny siew, zbilansowane nawożenie, zwalczanie chwastów jednoliściennych, wycinanie i usuwanie porażonych roślin, rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka zimowa.
Drobna plamistość liści kukurydzy	Płodozmian, zakup kwalifikowanego materiału siewnego, wczesny siew, zbilansowane nawożenie, zwalczanie chwastów i szkodników, rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka zimowa.
Fuzarioza kolb kukurydzy Zgnilizna korzeni i zgorzel podstawy łodygi Zgorzel siewek	Płodozmian, izolacja przestrzenna (m.in. od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych), zakup kwalifikowanego materiału siewnego, dobór odmian tolerancyjnych (na fuzariozę kolb i fuzariozę łodyg), wczesny siew, zbilansowane nawożenie (zwłaszcza azotem), zwalczanie chwastów i szkodników, terminowy zbiór plonu, rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka zimowa.
Głownia kukurydzy Głownia pyląca kukurydzy	Płodozmian, izolacja przestrzenna (m.in. od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych), zakup kwalifikowanego materiału siewnego, dobór odmian tolerancyjnych (na głownię kukurydzy), wczesny siew, zbilansowane nawożenie (zwłaszcza azotem), zwalczanie chwastów i szkodników, usuwanie porażonych roślin, rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka zimowa.
Rdza kukurydzy	Płodozmian, izolacja przestrzenna (m.in. od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych, szczawiku żółtego), zakup kwalifikowanego materiału siewnego, wczesny siew, zbilansowane nawożenie, zwalczanie chwastów i szkodników, rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka zimowa.
Żółta plamistość liści	Płodozmian, izolacja przestrzenna (m.in. od ubiegłorocznych pól pokukurydzianych), zakup kwalifikowanego materiału siewnego, wczesny siew, zbilansowane nawożenie, zwalczanie chwastów i szkodników, rozdrabnianie resztek pożniwnych, orka zimowa.

szonych w sposób trwały przez wiele gatunków mszyc zbożowych. W Polsce głównym wektorem tych wirusów jest mszyca czeremchowo-zbożowa (*Rhopalosiphum padi*). Charakterystycznym objawem żółtej karłowatości jęczmienia są antocyjanowe bądź czerwonawe przebarwienia brzegów, a nawet całych liści porażonych roślin. Choroba ta może mieć również przebieg bezobjawowy. Według danych opisanych w literaturze najwyższe ryzyko porażeń przypada na wczesną fazę rozwoju roślin (do 7 liści). Nasilenie objawów choroby w warunkach polowych, w dużej mierze zależy od odmiany kukurydzy, a także od przebiegu warunków pogodowych. Choroba może spowodować obniżenie wysokości roślin średnio o 10% oraz redukcję plonu o 15–20%.

Wirus smugowatej mozaiki pszenicy w naturalnych warunkach przenoszony jest przez szpeciela *Aceria tosichella*, a także poprzez mechaniczne zakażenie zdrowych roślin. Charakterystycznym objawem wirozy jest zielono-żółta mozaika liści, jednakże w warunkach klimatycznych Polski nie obserwowano wyraźnych symptomów choroby. Stwierdzano jedynie zahamowanie bądź osłabienie rozwoju porażonych roślin. Bliskie sąsiedztwo upraw pszenicy jako podstawowego gospodarza tego wirusa z reguły prowadzi do zwiększenia zagrożenia porażeń kukurydzy. Pomimo częstego występowania WSMV jest uważany za mało znaczącego patogena, który nie wywiera wpływu na plonowanie porażonych roślin, w związku z tym nie wymaga zwalczania.

Mozaika kukurydzy wywoływana jest przez dwa blisko ze sobą spokrewnione wirusy: MDMV i SCMV. Objawy choroby zależą od wielu czynników: fazy wzrostu roślin kukurydzy w momencie infekcji, odmiany kukurydzy, a także od szczepu wirusa. Łagodna postać choroby powoduje jedynie zahamowanie wzrostu niektórych odmian, a typowym objawem choroby jest charakterystyczna, trwała, systemiczna mozaika liści. Objawy polowe mozaiki wywołanej przez MDMV i SCMV są nierozróżnialne, dlatego identyfikacja czynnika sprawczego wymaga wykonania testów diagnostycznych. Zarówno MDMV, jak i SCMV są przenoszone mechanicznie przez wiele gatunków mszyc (w Polsce głównie mszycę czeremchowo-zbożową), a także w niewielkim zakresie przez nasiona. Ze względu na szeroki zakres występowania oraz straty plonu wrażliwych odmian kukurydzy, wirusy MDMV i SCMV stanowią najgroźniejszą grupę patogenów upraw kukurydzy w Europie oraz na całym świecie. Jak wiadomo z literatury porażenie przez MDMV może powodować znaczące straty plonu (54% dla wrażliwych mieszańców kukurydzy pastewnej i 40% dla wrażliwych mieszańców kukurydzy cukrowej). SCMV może wywoływać ograniczenie wzrostu chorych roślin nawet do 28%.

3. Najważniejsze choroby bakteryjne

W sprzyjających warunkach atmosferycznych uprawy kukurydzy mogą zostać zaatakowane przez szereg patogenów bakteryjnych. Dotychczas w Polsce stwierdzono obecność trzech gatunków bakterii patogenicznych dla kukurydzy. Są to: *Pantoea ananatis*, *Pantoea agglomerans* i *Enterobacter cloaceae* subsp. *dissolvens*. Gatunki te są zróżnicowane, polifagiczne i występują powszechnie.

Dla większości patogenów bakteryjnych kukurydzy schemat przenoszenia się z jednej rośliny na drugą jest bardzo podobny. Bakterie wnikają do wnętrza roślin przez ich naturalne otwory (aparaty szparkowe i hydatody), niesione kroplami wody oraz przez mikrouszkodzenia roślin powstające najczęściej w czasie silnych deszczy i wiatrów niosących cząsteczki brudu i drobinki piasku, jak również przez większe uszkodzenia roślin powstałe, np. w czasie gradobicia. Oprócz tego wnikanie bakterii do roślin obserwowano również poprzez kwiaty lub włoski na liściach.

W uprawach kukurydzy bakterie zimują zwykle w resztkach roślinnych. Chwasty sąsiadujące z pol-

ami kukurydzy mogą być niekiedy gospodarzami alternatywnymi. Bakterie należące do gatunków uznawanych za patogeniczne dla kukurydzy mogą na niej występować naturalnie kolonizować powierzchnię liści i przestrzenie międzykomórkowe, nie powodując przy tym wystąpienia objawów chorobowych. Zjawisko takie stwierdzono dla gatunków: *P. ananatis* oraz *P. agglomerans*.

Objawy chorobowe i sam przebieg choroby są charakterystyczne dla wielu patogenów bakteryjnych. Warunki środowiskowe mogą wpłynąć na rozwój i natężenie występowania objawów, dlatego identyfikacja patogena wyłącznie na podstawie objawów chorobowych przysparza często wiele trudności i nie jest wiarygodna.

Bakteria *P. ananatis* wywołuje na kukurydzy dwa typy objawów, stąd też choroby przez nią wywoływane określane są dwiema nazwami: **bakteryjnym gniciem łodygi** oraz **bakteryjną plamistością liści kukurydzy**. Objawami charakterystycznymi dla tej choroby są plamistości na blaszkach liściowych, a także karłowacenie i występowanie pionowego pęknięcia w łodydze na wysokości pierwszego międzywęźla. Kolby są niedorozwinięte. Czasami obserwuje się mięknięcie i więdnięcie brzegów liści oraz ich blaknięcie i zwijanie do wewnątrz.

Bakteria *P. agglomerans* powoduje chorobę zwaną **zarazą liści i więdnięciem naczyniowym kukurydzy i srogo**. Objawy są mało charakterystyczne i mają postać nieregularnych plam koloru słomkowego, rozciągających się na całą długość liścia, co istotnie zmniejsza możliwości asymilacyjne rośliny i przekłada się na niższy plon.

E. cloaceae subsp. *dissolvens* powoduje **bakteryjne gnicie łodygi kukurydzy**. Objawy zaczynają się pojawiać od najniższych partii rośliny i przemieszczają się w górę rośliny. Górne liście więdną, międzywęźla się odbarwiają i żółkną. Czasami widoczna jest zgnilizna i rozkład skórki rośliny. Wnętrze łodygi gnije. Skórka traci swój naturalny, ciemnozielony kolor i przybiera barwę jasnożółtą (słomkową). Zainfekowane łodygi stają się miękkie i zmieniają się w suchą masę poszarpanych, łatwo rozdzielających się od siebie włókien. Kolby kukurydzy rzadko zakażają się bezpośrednio, ale na zainfekowanej roślinie, zwieszają się w dół jakby były podgryzione u nasady. W końcowej fazie choroby łodyga łamie się pod własnym ciężarem i roślina ginie.

4. Niechemiczne metody ochrony

W metodach niechemicznego ograniczania liczebności oraz szkodliwości sprawców chorób ważne miejsce zajmuje wybór optymalnego stanowiska pod uprawę, które ma zapewnić roślinom prawidłowy rozwój. Należy unikać wysiewu kukurydzy na glebach zbyt słabych, w miejscach zacienionych, podmokłych, okresowo zalewanych wodami opadowymi, a także położonych na zbyt dużych wzniesieniach (ryzyko erozji glebowej).

Wiele sprawców chorób zimuje w glebie i w resztkach pożniwnych kukurydzy, a w przypadku niektórych patogenów ich stadia przetrwalnikowe zachowują żywotność do kilku lat, dlatego bardzo ważne jest stosowanie płodozmianu. Zaleca się co najmniej 2–3 letnią przerwę w uprawie kukurydzy na tym samym stanowisku.

Dla potrzeb ograniczenia migracji niektórych patogenów z ubiegłorocznych pól pokukurydzianych lub innych żywicieli, wskazane jest zastosowanie izolacji przestrzennej. Im odległość nowo założonej uprawy kukurydzy od ściernisk będzie większa, tym zmniejsza się ryzyko silnego porażenia roślin przez te gatunki, których zarodniki przemieszczają się, np. z wiatrem.

Mając na uwadze, że wiele patogenów przenosi się poprzez ziarno, a część infekuje rośliny, bezpośrednio na początku wegetacji, należy pamiętać o wysiewie **kwalifikowanego materiału siewnego** pochodzącego ze sprawdzonego źródła. Taki materiał siewny jest sprawdzony i charakteryzuje się dobrą energią oraz zdolnością kiełkowania ziarniaków, co gwarantuje roślinom prawidłowy start. Nie powinno wysiewać się ziarna pochodzącego od nieznanych dostawców, w podejrzanych opakowaniach lub wytworzonego na drodze samoreprodukcji (pokolenia F_2, F_3).

Przy ograniczaniu takich chorób, jak: głownia kukurydzy, fuzarioza kolb oraz zgnilizna korzeni i zgorzeli podstawy łodygi, wskazane jest dobieranie do uprawy odmian mniej podatnych. Informację na temat podatności mieszańców na wybrane choroby można znaleźć m.in. w Listach Opisowych Odmian wydawanych przez COBORU. Ważnym jest, aby wysiewane odmiany dostosowane były pod kątem wczesności do lokalnych warunków glebowo-klimatycznych.

Na stopień zagrożenia ze strony wielu sprawców chorób można wpływać poprzez niektóre zabiegi agrotechniczne. Jednym z nich jest **optymalne nawożenie**, w szczególności azotem. Stosowanie azotu w wysokich dawkach przyczynia się do wzrostu porażenia roślin przez głownię kukurydzy i choroby powodowane przez grzyby rodzaju *Fusarium*. W przypadku niektórych chorób wskazane jest zastosowanie **wczesnego siewu**, ale w glebę dostatecznie nagrzaną, tak aby rośliny w momencie infekcji były bardziej zaawansowane w rozwoju.

Ważną czynnością jest również **ograniczanie zachwaszczenia**, gdyż niektóre gatunki chwastów mogą być miejscem zimowania bądź wstępnego rozwoju niektórych patogenów, czego przykładem jest szczawik żółty (*Oxalis stricta*) będący żywicielem pośrednim dla rdzy kukurydzy.

Na małych plantacjach kukurydzy można prowadzić bezpośrednie zwalczanie niektórych chorób poprzez **wycinanie i niszczenie roślin porażonych** z dala od plantacji. Taką czynność można wykonać w przypadku choroby szalonych wiech, a także głowni kukurydzy i głowni pylącej, ale należy to wykonać zanim pękną narośla uwalniając tym samym tysiące zarodników.

W celu ograniczenia strat ilościowych i jakościowych w plonach należy **terminowo zebrać plon**. W sytuacji stwierdzenia wzrostu liczebności roślin porażonych przez choroby fuzaryjne należy rozważyć wcześniejsze zebranie i dosuszenie ziarna, aniżeli ryzykowanie silnym opanowaniem roślin przez tę grupę patogenów, która może skazić plon mikotoksynami.

Bezpośrednio po zbiorze plonu czy to kiszonki czy ziarna, należy na ściernisko zastosować rozdrabniacz resztek, który mechanicznie zniszczy część zarodników, a ponadto tnąc słomę na sieczkę przyśpieszy rozkład. Dodatkowo konieczne jest wykonanie jeszcze przed zimą orki, która przykryje warstwą gleby stadia zimujące patogenów, przez co wiosną będą miały większą trudność w dokonaniu infekcji nowych roślin kukurydzy.

Wykaz najważniejszych niechemicznych metod ograniczania liczebności i szkodliwości sprawców chorób zaprezentowano w tabeli 6.