



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY



GŁÓWNY INSPEKTORAT
OCHRONY ROŚLIN I NASIENICTWA
CENTRALNE LABORATORIUM

ZACHODNIA KUKURYDZIANA STONKA KORZENIOWA

(*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

*występowanie, biologia, szkodliwość
oraz strategia zwalczania*



Poznań 2015

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Dyrektor – prof. dr hab. Danuta Sosnowska

PAŃSTWOWA INSPEKCJA OCHRONY ROŚLIN I NASIENNICTWA

Główny Inspektor Ochrony Roślin i Nasiennictwa – Tadeusz Kłos

Praca zbiorowa pod redakcją

dr. hab. inż. Pawła K. Beresia, prof. nadzw. IOR – PIB

Autorzy:

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

Instytut Ochrony Roślin – PIB, Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie

prof. dr hab. Danuta Sosnowska

Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań

dr inż. Żaneta Fiedler

Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań

mgr inż. Sławomir Drzewiecki

Instytut Ochrony Roślin – PIB, Oddział Sośnicowice

mgr Tomasz Konefał

Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Centralne Laboratorium w Toruniu

Korekta:

dr inż. Małgorzata Maćkowiak, dr inż. Paweł Olejarski

Broszura sfinansowana ze środków Programu Wieloletniego IOR – PIB na lata 2011–2015.
Zadanie 2.2. pt.: „Określenie zagrożenia występowania i opracowanie programów ograniczania
zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej (*Diabrotica virgifera* LeConte)”.

ISBN 978-83-64655-09-8

Instytut Ochrony Roślin – PIB, Zakład Transferu Wiedzy i Innowacji

ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań, tel.: 61 864 90 27

Nakład: 200 egz., Ark. wyd.: 2,07

Opracowanie graficzne, skład i łamanie: mgr inż. Dominik Krawczyk

Druk: TOTEM, ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław, tel. 52 354 00 40,

<http://www.totem.com.pl>

SPIS TREŚCI

I. Wstęp.....	5
II. Charakterystyka zoologiczna gatunku.....	6
III. Charakterystyka morfologiczna gatunku	7
IV. Cykl rozwojowy gatunku w warunkach Polski	9
V. Występowanie gatunku w Europie.....	11
VI. Występowanie gatunku w Polsce	13
VII. Szkodliwość dla kukurydzy.....	15
VIII. Możliwość błędnego zdiagnozowania gatunku i uszkodzeń na roślinie.....	18
IX. Monitoring występowania	21
X. Ocena szkodliwości larw	23
XI. Przepisy fitosanitarne – od kwarantanny do jej zniesienia	24
XII. Strategia integrowanego zwalczania stonki kukurydzianej	26
1. Metoda agrotechniczna.....	28
2. Metoda hodowlana	30
3. Metoda biologiczna	31
4. Metoda biochemiczna.....	34
5. Metoda chemiczna.....	34
6. Metoda biotechnologiczna	35
7. Próg ekonomicznej szkodliwości.....	36
XIII. Literatura	38
XIV. Spis fotografii	43

I. WSTĘP

Zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte), zwana potocznie stonką kukurydzianą, zaliczana jest do najgroźniejszych szkodników kukurydzy na świecie. Owad pochodzi z Ameryki Północnej, skąd został zawleczony do Europy najprawdopodobniej w latach 80. XX wieku wraz z transportami lotniczymi.

Pojaw w Europie obcego gatunku o wysokiej szkodliwości i dużej ekspansywności spowodował, że został on uznany za organizm kwarantannowy przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin (EPPO) oraz Unię Europejską.

W Polsce stonka kukurydziana pojawiła się po raz pierwszy w 2005 roku na obszarze województwa podkarpackiego. Przypuszcza się, że owad został zawleczony na ten teren środkami transportu lotniczego lub drogowego. Mógł też w sposób całkowicie naturalny poszerzyć zasięg swojego występowania. W tamtym czasie obserwowano bowiem szybką ekspansję owada na Słowacji, w Czechach i na Ukrainie, skąd mógł przelecieć na terytorium Polski.

Od momentu wykrycia szkodnika w kraju aż do pierwszej połowy 2014 roku stonka kukurydziana zaliczana była w Unii Europejskiej do organizmów kwarantannowych, zwalczanych obligatoryjnie, zgodnie z unijnymi oraz krajowymi przepisami fitosanitarnymi. W Polsce za monitoring występowania szkodnika oraz nadzór nad ograniczaniem jego liczebności odpowiedzialna była Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN). Z uwagi na to, że stonka kukurydziana była obcym gatunkiem, nienotowanym w krajowej entomofaunie, o nieznaną biologię i sposoby zwalczania w krajowych warunkach, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW) zobligowało Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy (IOR – PIB) do prowadzenia badań nad tym szkodnikiem. Doświadczenia wykonywano w ramach dwóch programów wieloletnich realizowanych przez IOR – PIB w latach 2006–2010 i 2011–2015. Dzięki badaniom poznano dokładnie biologię szkodnika w warunkach krajowych oraz opracowano zalecenia niechemicznej i chemicznej ochrony kukurydzy przed tym gatunkiem, uwzględniając aktualny rejestr środków ochrony roślin przeznaczonych do jego zwalczania.

W związku ze skreśleniem stonki kukurydzianej w 2014 roku z listy szkodników kwarantannowych oraz wydaniem zaleceń Komisji UE nr 2014/63/UE, IOR – PIB opracował strategię integrowanej ochrony kukurydzy przed tym gatunkiem. Ma ona skutecznie chronić plantacje przed wystąpieniem stonki

kukurydzianej i zapobiegać stratom w plonach powstałym na skutek żerowania owada.

Główne założenia strategii integrowanej ochrony kukurydzy przed stonką kukurydzianą przedstawiono w niniejszej broszurze. Powstała ona z myślą o wszystkich producentach kukurydzy, którzy chcą zapoznać się szczegółowo z występowaniem, bionomią i szkodliwością stonki kukurydzianej, a także z kompleksowymi rozwiązaniami dotyczącymi ochrony upraw przed tym szkodnikiem.

II. CHARAKTERYSTYKA ZOOLOGICZNA GATUNKU

Stonka kukurydziana (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) należy do gromady owadów (Insecta), rzędu chrząszczy (Coleoptera), rodziny stonkowatych (Chrysomelidae), podrodziny Galerucinae oraz rodzaju *Diabrotica*.

Rodzaj *Diabrotica* obejmuje 338 gatunków, które zostały podzielone na grupy taksonomiczne. Gatunki z dwóch grup: *funcata* i *virgifera*, znane są jako szkodniki roślin. Do najważniejszych gatunków z rodzaju *Diabrotica* zalicza się:

- *Diabrotica balteata* LeConte,
- *Diabrotica virgifera zea* Krysan et Smith (meksykańska kukurydziana stonka korzeniowa),
- *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber (południowa kukurydziana stonka korzeniowa),
- *Diabrotica undecimpunctata* Mannerheim,
- *Diabrotica barberi* Smith and Lawrence (północna kukurydziana stonka korzeniowa),
- *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa).

Spośród wymienionych gatunków na kontynencie europejskim notuje się jedynie *D. virgifera virgifera*. Pozostałe gatunki obecnie występują tylko w Ameryce Północnej, choć cechuje je również wysoka zdolność do biernego i czynnego przemieszczania się.

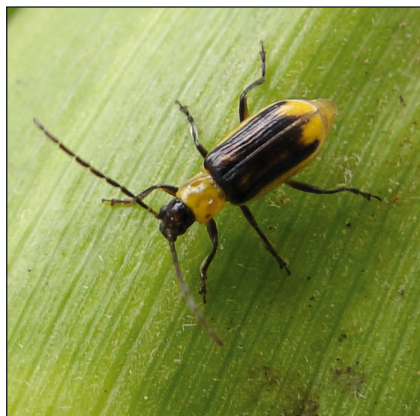
III. CHARAKTERYSTYKA MORFOLOGICZNA GATUNKU

Chrząszcz

Ciało wydłużone, długości 4,2–6,8 mm. Samice nieco większe od samców. Na głowie nitkowate czułki, zwykle 11-członowe, dłuższe u samców. Aparat gębowy typu gryzącego. Zabarwienie ciała zmienne, poczynając od różnych odcieni żółci, przez jasną zielenią aż do koloru lekko pomarańczowego. Na pokrywach skrzydeł samic widoczne są ciemne pasy (fot. 1), natomiast u samców większa część powierzchni skrzydeł jest jednolicie ciemna, bez charakterystycznego paskowania (fot. 2). Ponadto u obojga płci występują zarówno osobniki jednolicie jasno, jak i jednolicie ciemno zabarwione, w tym o zmiennym paskowaniu, co utrudnia jednoznaczną identyfikację płci. Najłatwiejszym sposobem na rozpoznanie płci jest obecność dużego odwłoka wypełnionego jajami u samic, który często wystaje poza pokrywę skrzydeł (fot. 1), co można obserwować już pod koniec lipca.



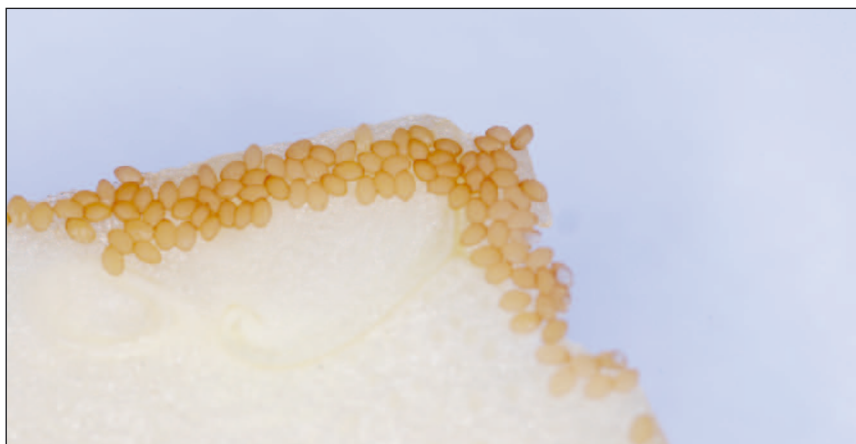
Fot. 1. Samica stonki kukurydzianej



Fot. 2. Samiec stonki kukurydzianej

Jajo

Niewielkie, owalne, długości 0,5 mm i szerokości 0,4 mm, najczęściej barwy żółtej, żółtobiałej lub żółtopomarańczowej (fot. 3).



Fot. 3. Jaja stonki kukurydzianej

Larwa

Wydłużona, barwy białej lub białokremowej. Głowa oraz zlokalizowana na końcu ciała tarczka analna w kształcie litery V barwy brązowej. Trzy pary niewielkich, słabo wykształconych odnóży tułowiowych oraz aparat gębowy typu gryzącego. Larwa przechodzi przez trzy stadia rozwojowe. W pierwszym stadium (L_1) dorasta do 1,2 mm długości, a w trzecim (L_3) osiąga od 10 do 18 mm tuż przed przepoczwarczeniem (fot. 4).



Fot. 4. Larwa stonki kukurydzianej w trzecim stadium rozwojowym

Poczwarka

Typu wolnego, barwy od białej do kremowej, długości 4–5 mm i szerokości około 3 mm. Poszczególne części ciała otoczone cienką błoną, dobrze widoczne (fot. 5). Poczwarka swoją budową oraz wielkością przypomina osobnika dorosłego.



Fot. 5. Poczwarka stonki kukurydzianej

IV. CYKL ROZWOJOWY GATUNKU W WARUNKACH POLSKI

Masowemu rozwojowi stonki kukurydzianej sprzyjają plantacje kukurydzy prowadzone w wieloletniej monokulturze, umożliwiające przejście szkodnikowi przez cały cykl rozwojowy (rys. 1).

W strefie klimatu umiarkowanego rozwija się tylko jedno pokolenie owada w ciągu roku. Stadium zimującym są jaja składane przez samice do gleby w pobliżu roślin kukurydzy, w złożach po kilka lub nawet kilkadziesiąt sztuk, od lata aż do późnej jesieni. Część jaj może być składana także na inne uprawy rosnące wokół plantacji opanowanej przez szkodnika, zwykle w pasie do 20 metrów od pola kukurydzy. Jaja składane są na głębokość od kilku do 30 cm (zwykle do 15 cm). Głębiej składane są na glebach lekkich, szybko przesuszających się. Spękania gleby, zwłaszcza na glebach ciężkich, są naturalnymi drogami migrowania samic w głąb profilu glebowego.

Na wiosnę, po wysiewie kukurydzy, rozpoczyna się wylęg larw. Jest on stymulowany przez dwutlenek węgla oraz substancje chemiczne wydzielane przez roślinę żywicielską. Wylęg jest rozłożony w czasie i może trwać nawet do sierpnia. W optymalnych warunkach dla rozwoju larw, tzn. w temperaturze około 22°C i przy umiarkowanej wilgotności gleby, rozwój larwalny trwa około 30 dni. Larwy przechodzą przez trzy stadia rozwojowe, z których ostatnie trwa najdłużej. Pierwsze larwy w stadium rozwojowym L₁ pojawiają się na monokulturach kukurydzy już od połowy maja. Ich najliczniejszy pojaw ma jednak miejsce pod koniec maja i w pierwszej połowie czerwca. Pierwsze larwy w najgroźniejszym stadium rozwojowym L₃ pojawiają się od końca pierwszej dekady czerwca. Najliczniejszy pojaw trzeciego stadium larwalnego przypada jednak w pierwszej połowie lipca, a ostatnie pojedyncze osobniki można spotkać na korzeniach kukurydzy nawet pod koniec sierpnia.

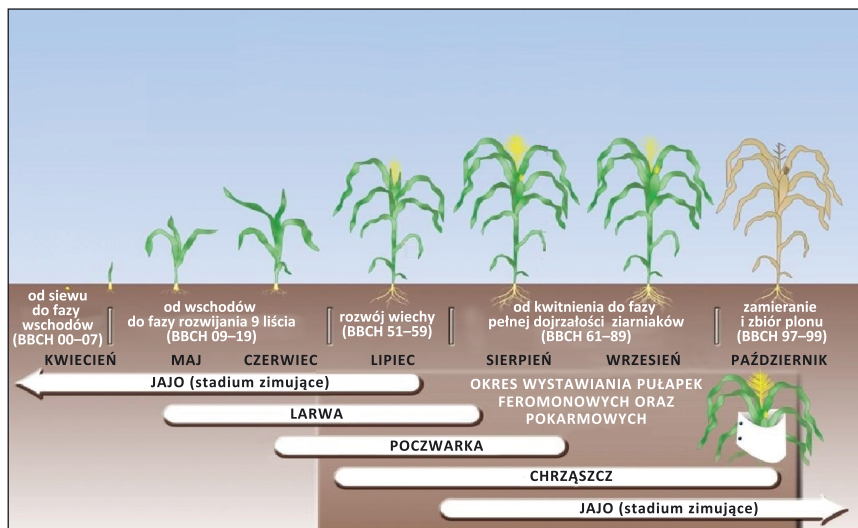
Dojrzałe larwy trzeciego stadium larwalnego sukcesywnie, począwszy od drugiej połowy czerwca, przepoczwarczają się w glebie (w komorach utworzonych ze sklejonych grudek gleby). Stadium poczwarki w optymalnej temperaturze (22°C) trwa 10 dni. Najwięcej poczwarek w glebie spotyka się w lipcu.

Od pierwszej dekady lipca zaczynają wylatywać z poczwarek chrząszcze, przy czym proces ten może trwać nawet do pierwszych dni września. Zwykle jako pierwsze pojawiają się samce, a dopiero po kilku dniach samice. Najliczniejszą populację osobników dorosłych spotyka się od trzeciej dekady lipca do trzeciej dekady sierpnia, ze szczytem liczebności notowanym zwykle w pierwszej połowie sierpnia. Okres występowania chrząszczy zależy od wpływu pogody i dostępności pożywienia. Ostatnie osobniki występują nawet pod koniec października.

Chrząszcze wykazują zróżnicowaną aktywność dobową, która w dużej mierze jest uzależniona od temperatury. W godzinach wczesno porannych chrząszcze są zwykle mało ruchliwe i chowają się w ukryciu. Z każdą kolejną godziną i wzrostem temperatury stają się coraz bardziej aktywne. Największą ruchliwość chrząszczy oraz ich liczebność w łanie odnotowuje się o godz. 9:00 rano oraz po godz. 18:00. W godzinach południowych, zwłaszcza gdy jest upalnie, owady stają się mniej aktywnie i kryją się w cieniu roślin.

Samice już od końca lipca, a najczęściej od pierwszej dekady sierpnia, rozpoczynają składanie jaj do gleby. Proces ten jest najintensywniejszy w sierpniu, ale trwa dopóty, dopóki szkodnik występuje w uprawie. Jedna samica może w ciągu swojego ponad 50-dniowego okresu życia złożyć od kilkudziesię-

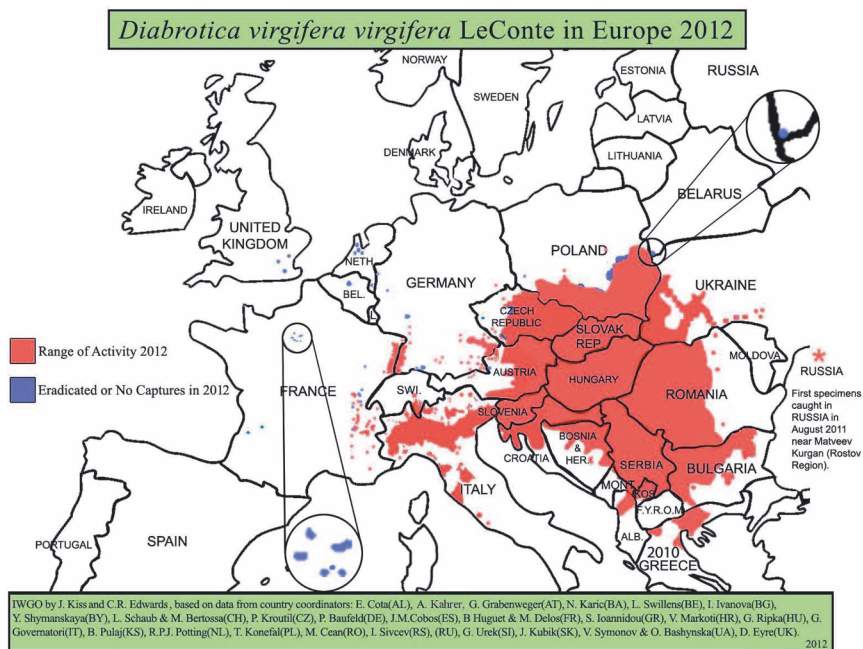
sięciu do nawet 1400 jaj (średnio 400–600). Progowa temperatura do składania jaj wynosi 10°C, a optymalna mieści się w przedziale 15–21°C w okresie wieczornym i w nocy.



Rys. 1. Cykl rozwojowy stonki kukurydzianej w Polsce

V. WYSTĘPOWANIE GATUNKU W EUROPIE

Stonka kukurydziana jest gatunkiem o amerykańskim pochodzeniu. Do Europy została zawleczona najprawdopodobniej w latach 80. XX wieku, a oficjalnie wykryto ją dopiero w 1992 roku w Serbii, skąd rozprzestrzeniła się na sąsiednie kraje. Wyniki badań molekularnych wskazują na to, że pod koniec lat 90. XX wieku i na początku wieku XXI stonka kukurydziana została zawleczona również do Wielkiej Brytanii, Francji i Włoch. W ciągu niecałych 20 lat od momentu oficjalnego wykrycia w Europie szkodnik ten wystąpił łącznie w 22 krajach europejskich, takich jak (w nawiasie podano rok pierwszego wykrycia): Serbia (1992), Węgry (1995), Chorwacja (1995), Rumunia (1996), Bośnia i Hercegowina (1997), Bułgaria (1998), Włochy (1998), Słowacja (2000), Szwajcaria (2000), Ukraina (2001), Austria (2002), Francja (2002), Czechy (2002), Wielka Brytania (2003), Holandia (2003), Belgia (2003), Słowenia (2003), Polska (2005), Niemcy (2007), Białoruś (2009), Grecja (2009).



Rys. 2. Zasięg występowania stonki kukurydzianej w 2012 roku w Europie (IWGO 2012)

oraz Rosja (2011) (rys. 2). W zdecydowanej większości przypadków w każdym z tych krajów owady zaobserwowano po raz pierwszy albo w okolicach portów lotniczych, albo na terenach przygranicznych.

Za szybką ekspansję szkodnika w Europie odpowiadają w dużej mierze: wysoka płodność, zdolność adaptacji do mniej sprzyjających warunków środowiska, a w szczególności łatwość rozprzestrzeniania się. Stonka kukurydziana rozprzestrzenia się na dwa sposoby: aktywnie i biernie. Aktywne przemieszczanie się jest związane z przelotami chrząszczy. W warunkach laboratoryjnych wykazano, że w ciągu doby chrząszcz pokonuje około 20 km. Z kolei przy współudziale prądów powietrza owady mogą migrować na odległości dochodzące nawet do 300 km. Bierne rozprzestrzenianie tego gatunku jest związane z możliwością przemieszczania chrząszczy, jaj, larw i poczwerek środkami transportu lądowego, wodnego lub powietrznego, np. wraz z materiałem roślinnym czy z glebą. Ocenia się, że w sposób całkowicie naturalny szkodnik zwiększa zasięg swojego występowania corocznie o 40 km.

VI. WYSTĘPOWANIE GATUNKU W POLSCE

Oficjalny, urzędowy monitoring występowania gatunku w Polsce prowadziła w latach 2005–2013 Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Z kolei lokalny monitoring, związany z mierzeniem corocznych zmian w li-
czebności gatunku na terenach przez niego już zasiedlonych, wykonywał In-
stytut Ochrony Roślin – PIB.

Obecność chrząszczy stonki kukurydzianej w Polsce stwierdzono po raz pierwszy w sierpniu i we wrześniu 2005 roku w trzech miejscowościach położo-
nych na obszarze województwa podkarpackiego: Łące, Jasionce i Dukli. W miej-
scowości Łąka gatunek został wykryty przez pracowników IOR – PIB Terenowej
Stacji Doświadczalnej w Rzeszowie, a w Jasionce i Dukli przez inspektorów Wo-
jewódzkiego Inspektoratu Ochrony Roślin i Nasiennictwa w Rzeszowie.

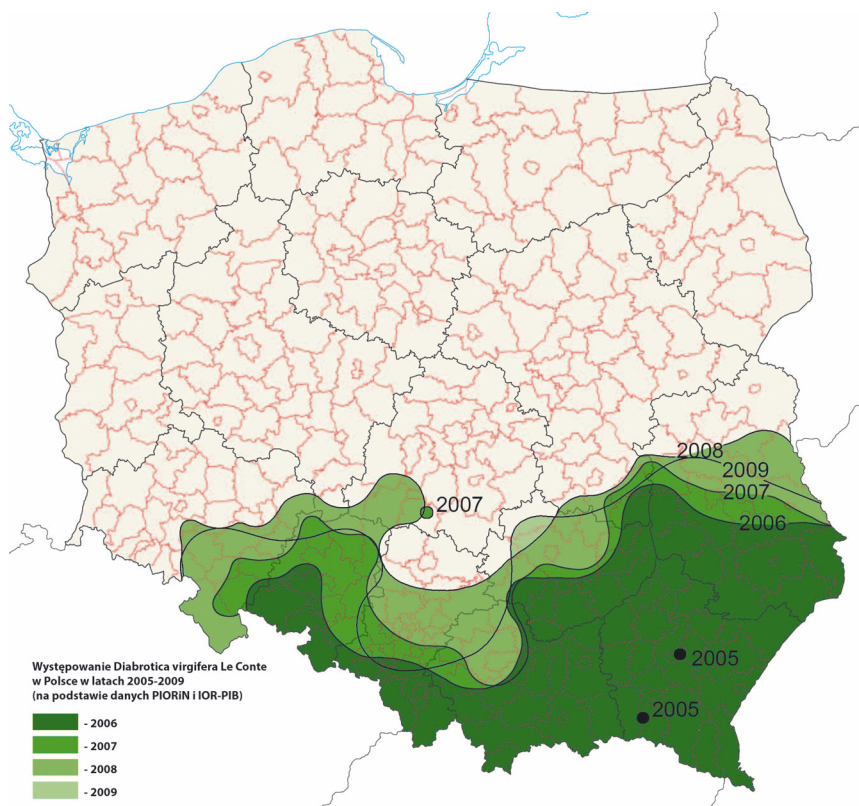
Od 2006 roku w Polsce następowała jedna z najszybszych ekspansji tego
gatunku z jaką miano do czynienia w Europie. W ciągu kilku miesięcy od ofi-
cjalnego wykrycia owad zasiedlił 112 miejscowości położonych na obszarze
aż ośmiu województw, w wyniku czego opanował niemal całą południową
część kraju. W tamtym czasie do pułapek feromonowych odłowiono łącznie
17 500 chrząszczy. W późniejszych latach, z uwagi na dużą liczbę odławia-
nych osobników, chrząszcze nie były zliczane.

Tabela 1. Województwa opanowane przez stonkę kukurydzianą w latach 2005–2013

Lp.	Województwo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1.	dolnośląskie	–	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	lubelskie	–	+	+	+	+	+	+	+	+
3.	łódzkie	–	–	+	+	–	–	–	–	+
4.	małopolskie	–	+	+	+	+	+	+	+	+
5.	mazowieckie	–	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	opolskie	–	+	+	+	+	+	+	+	+
7.	podkarpackie	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8.	podlaskie	–	–	–	–	–	–	–	–	+
9.	śląskie	–	+	+	+	+	+	+	+	+
10.	świętokrzyskie	–	+	+	+	+	+	+	+	+
11.	wielkopolskie	–	–	–	+	–	–	+	+	+

– owad nie występował; + stwierdzono obecność owada

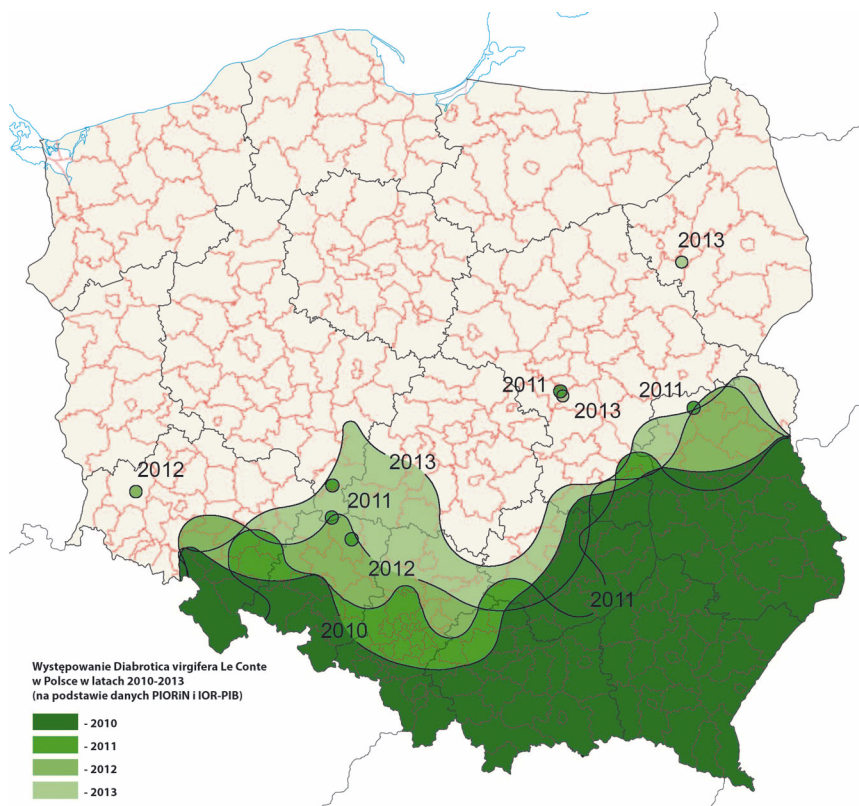
Źródło: opracowanie własne



Rys. 3. Zasięg występowania stonki kukurydzianej w Polsce w latach 2005–2009 (opracowanie własne)

Na podstawie monitoringu prowadzonego przez PIORiN w latach 2005–2013 wykazano, że stonka kukurydziana zasiedlała odpowiednio: 8 (lata 2009–2010), 9 (2007, 2011–2012), 10 (2008) oraz 11 (2013) województw, co zaprezentowano w tabeli 1. Zasięg występowania gatunku w Polsce przedstawiono na rysunkach 3 i 4.

Od 2014 roku, z chwilą zniesienia dla stonki kukurydzianej statusu szkodnika kwarantannowego, inspektorzy PIORiN nie prowadzą już urzędowego monitoringu występowania tego szkodnika w Polsce. Znając jednak ekspansywność stonki kukurydzianej, należy przypuszczać, że zasięg występowania tego gatunku na terenie naszego kraju będzie się powiększał.



Rys. 4. Zasięg występowania stonki kukurydzianej w Polsce w latach 2010–2013
(opracowanie własne)

VII. SZKODLIWOŚĆ DLA KUKURYDZY

Kukurydzę uszkadzają zarówno larwy, jak i chrząszcze, przy czym to żerowanie larw przyczynia się do największych strat w plonach. W Polsce nie ma aktualnie potwierdzonych informacji o stratach gospodarczych spowodowanych żerowaniem tego gatunku. Straty takie są notowane m.in. w krajach, w których owad ten występuje już od dłuższego czasu, np. w Serbii, Czarnogórze, Chorwacji, Bośni i Hercegowinie oraz na Węgrzech. W zależności od kraju i regionu uprawy kukurydzy straty mogą sięgać nawet do 40%, a w ekstremalnych sytuacjach dochodzą nawet do 90%, jak to miało miejsce na południu Węgier w 2003 roku. Jednak największe straty w plonach notuje się w miejscu pierwotnego występo-

wania gatunku, tj. w Ameryce Północnej, a zwłaszcza w USA. Straty te są szacowane średnio na miliard dolarów rocznie, na co składają się ubytki ilościowe i jakościowe w plonach, a także koszty związane ze zwalczaniem szkodnika.

Larwy zaraz po wylęgu odżywiają się cienkimi wypustkami korzeniowymi – włosnikami. Mogą także atakować pęczniejące ziarniaki i młode siewki. Następnie wgryzają się do wnętrza większych korzeni i żerują początkowo pod ich skórą, a później w głębszych warstwach, także w rdzeniu. Stopniowo docierają do szyjki korzeniowej oraz do nasady łodygi. Nie omijają również korzeni podporowych, które wyjadają od wnętrza. Słabiej uszkodzone korzenie przebarwiają się na brązowo lub czarno i mogą gnić w miejscach żerowania szkodnika (fot. 6 i 7). Przy silnie ogryzionym systemie korzeniowym zostaje zakłócone, a niekiedy nawet całkowicie zahamowane odżywianie rośliny, wskutek czego jej nadziemne części stopniowo żółkną, więdną, a niekiedy nawet zasychają. W wyniku tego formujące się kolby są z reguły mniejsze, słabo zaziarnione, a ziarniaki drobniejsze i gorzej wypełnione, przez co mniejszy jest również plon ziarna (fot. 8). Ponadto zniszczenie korzeni właściwych oraz podporowych prowadzi do wylegania roślin (fot. 9). Te zwykle nie zamierają, lecz pokładają się na glebie i łukowato wyginają w kierunku słońca, na kształt gęsiej szyi (ang. gooseneck), co utrudnia, a niekiedy nawet uniemożliwia zbiór plonu. Dodatkowe szkody mogą powstać wskutek porażania uszkodzonych tkanek przez wirusy, bakterie i grzyby pochodzenia odglebowego.

Żerowanie chrząszczy jest mniej szkodliwe niż larw, a poważne uszkodzenia powstają tylko wtedy, gdy ich liczebność jest duża, zwłaszcza na kolbach. Preferowanym przez osobniki dorosłe pokarmem jest pyłek kukurydzy, lecz gdy go zabraknie, chrząszcze zaczynają się odżywiać tkankami roślinnymi. Przegryzanie świeżych znamion kolb prowadzi do zakłóceń w zapylaniu żeńskich kwiatów, w wyniku czego kolby są słabo zaziarnione, mniejsze oraz niekiedy zdeformowane. Nieosłonięte liśćmi okrywowymi ziarniaki, będące w fazie dojrzałości młeczej i woskowej, mogą być również wyjadane przez chrząszcze. Osobniki dorosłe żerują także na blaszkach liściowych, na których – podobnie jak larwy skrzyplonek – wyjadają skórę górną i mięksisz, pozostawiając skórę dolną, która zasycha i zamiera, co redukuje powierzchnię asymilacyjną roślin (fot. 10). Obok zmniejszenia plonu ziarna chrząszcze przyczyniają się także do pogorszenia zdrowotności roślin, na których żerują, gdyż ułatwiają ich porażanie przez szereg patogenów, zwłaszcza grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. powodujące fuzariozę kolb (fot. 11). Ponadto chrząszcze

mogą być wektorami niektórych sprawców chorób. W badaniach krajowych wykazano, że w jelicie osobników dorosłych znajdowały się dwie patogeniczne dla kukurydzy bakterie: *Enterobacter cloacae* subsp. *dissolvens* i *Pantoea agglomerans*, z których pierwsza wywołuje chorobę zwaną bakteryjnym gniciem łodygi, a druga – zarazę liści oraz więdnienia naczyniowe kukurydzy i sorgo.



Fot. 6. Korzenie kukurydzy uszkodzone przez larwy



Fot. 7. Uszkodzony system korzeniowy kukurydzy



Fot. 8. Słabo zaziarniona kolba kukurydzy



Fot. 9. Wylęgające rośliny kukurydzy



Fot. 10. Liść kukurydzy uszkodzony przez chrząszcze



Fot. 11. Fuzarioza kolb kukurydzy w miejscu uszkodzonych ziarniaków

VIII. MOŻLIWOŚĆ BŁĘDNego ZDIAGNOZOWANIA GATUNKU I USZKODZEŃ NA ROŚLINIE

Bardzo ważnym elementem integrowanej ochrony roślin jest dokładna znajomość wyglądu oraz biologii zwalczanego gatunku, a także charakteru uszkodzeń, jakie powoduje. Stonka kukurydziana jest w pewnym sensie specyficznym agrofagiem, ponieważ należy zarówno do szkodników glebowych (larwy), jak i naziemnych (chrząszcze).

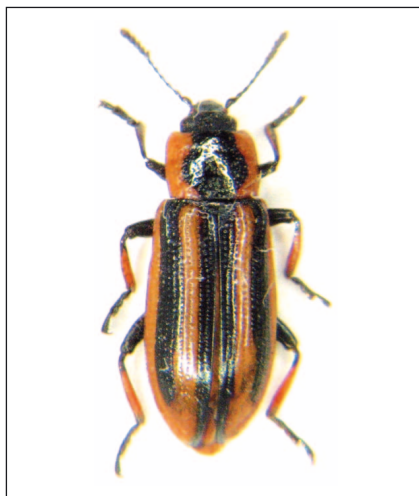
Zwykle z poprawną identyfikacją larw na korzeniach kukurydzy nie ma większego problemu. Są dość charakterystyczne dzięki białej barwie, trzem parom odnóży oraz brązowej głowie i tarczce analnej na końcu ciała. W początkowym okresie wegetacji można jednak błędnie zdiagnozować ich obecność na pęczniących ziarniakach, korzeniach, na szyjce korzeniowej lub w podstawie łodygi, ponieważ są podobne do białawych larw śmietki kielkówki. Te ostatnie są jednak bardziej przezroczyste, beznogie, a przede wszystkim mają inny pokrój ciała – szerszy na końcu ciała i węższy z przodu. W części przedniej znajdują się ponadto czarno zabarwione haki gębowe.

Z kolei uszkodzenia korzeni powodowane przez larwy stonki kukurydzianej, wywołujące stopniowe wędnięcie, żółknienie i zasychanie roślin, mogą być mylone z objawami żerowania na korzeniach: drutowców, pędraków, leni oraz rolnic. Wystarczające jest jednak w tym przypadku odsłonięcie systemu korzeniowego i poszukanie sprawcy uszkodzeń. Dodatkowo zdarza się, że rośliny silnie podgryzione przez gąsienice rolnic w czerwcu i lipcu placowo przewracają się na glebę i łukowato wyginają, co przypomina objaw żerowania larw stonki kukurydzianej. Stwierdzenie w okresie wieczornym obecności gąsienic rolnic na korzeniach bądź u nasady łodygi kukurydzy pozwala rozwiązać wątpliwości.

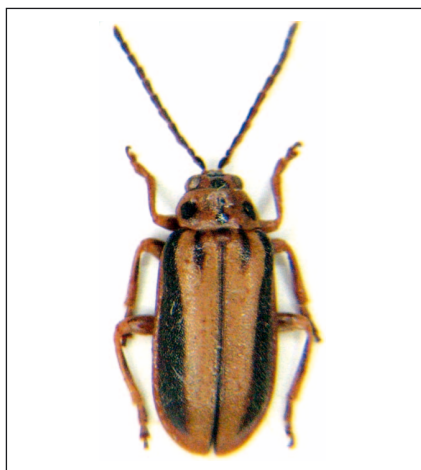
Osobniki dorosłe stonki kukurydzianej są mylone czasami z innymi gatunkami chrząszczy, które mogą pojawiać się lokalnie i przypadkowo na kukurydzy. Do takich gatunków, które wizualnie są najbardziej zbliżone kształtem i ubarwieniem do stonki kukurydzianej, należą: *Phyllobrotica quadrimaculata*, *Xantogaleruca luteola*, *Prasocuris phellandri* oraz *Notoxus monoceros* (fot. 12–15). Zdarza się, że chrząszcze stonki kukurydzianej są mylone z chrząszczami urazka kukurydzianego (*Glischrochilus quadrisignatus*) oraz skrzypionki zbożowej (*Oulema melanopa*) i skrzypionki błękitki (*Oulema gallaeciana*) (fot. 16 i 17). Gatunki te mają jednak zupełnie inne ubarwienie, a często i pokrój ciała, stąd też wystarczy podstawowa wiedza na temat wyglądu stonki kukurydzianej, aby odróżnić ją od tych szkodników.



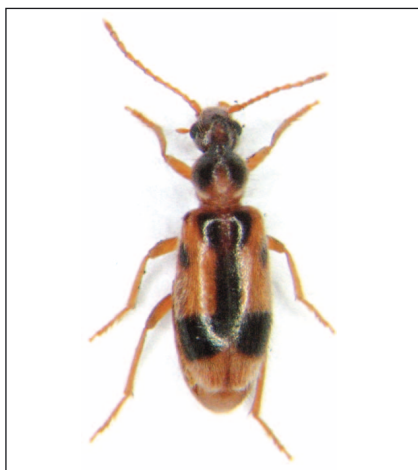
Fot. 12. *Phyllobrotica quadrimaculata*



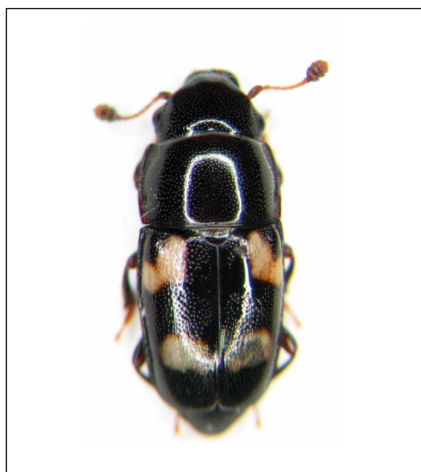
Fot. 13. *Prasocuris phellandri*



Fot. 14. *Xantogaleruca luteola*



Fot. 15. *Notoxus monoceros*



Fot. 16. Urazek kukurydziany



Fot. 17. Skrzyptonka zbożowa

Uszkodzenia powodowane przez chrząszcze stonki kukurydzianej na kolbach, polegające na wyjedzeniu zawartości miękkich ziarniaków, są mylone z żerowaniem urazka kukurydzianego. Stwierdzenie czarnych chrząszczy urazka kukurydzianego o metalicznym połysku z czterema żółtopomarańczowymi plamami na pokrywach skrzydeł i buławkowatymi czułkami pozwala od razu odróżnić oba gatunki. Z kolei uszkodzenia liści spowodowane

żerowaniem chrząszczy, polegające na wyjadaniu skórki górnej i miękiszu, są mylone z objawem żerowania larw skrzypionek. Stwierdzenie żółtawej larwy, łukowato wygiętej, ukrytej pod śluzowatą powłoką złożoną z odchodów (przypomina ślimaka), pozwala odróżnić sprawcę uszkodzeń.

IX. MONITORING WYSTĘPOWANIA

W celu wykrycia na plantacjach kukurydzy prowadzonych w monokulturze larw w drugim i trzecim stadium rozwojowym (stadium pierwsze jest bardzo trudne do wykrycia w warunkach polowych) należy od fazy 9 liści do fazy wiechowania roślin (BBCH 19–59) co 7 dni pobierać losowo 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 na powierzchnię roztworu. Obserwacje można zakończyć w połowie lipca. Informacja o liczbie larw pozwoli poznać poziom zagrożenia, zwłaszcza gdy kukurydza będzie w kolejnym roku uprawiana na tym samym stanowisku.

Do monitorowania nalotu chrząszczy zaleca się wykorzystywanie pułapek zapachowych zawierających albo atraktant płciowy samic (zwabiają tylko samce), albo atraktant pokarmowy (zwabia osobniki obojga płci). Zwykle pułapki takie mają postać przeźroczystych lub żółtych tablic lepowych, do których przyklejają się chrząszcze (np. pułapki węgierskie typu PAL i PALs). Na rynku dostępne są także pułapki kubelkowe, zwabiające owady również zapachem płciowym lub pokarmowym, ale elementem łąpiącym jest nie klej lecz pojemnik, w którego wnętrzu umieszcza się środek owadobójczy (np. pułapki węgierskie typu KLPfero, KLPflor, VARS) (fot. 18 i 19).

Pułapki zapachowe należy umieszczać w pasie brzeżnym kukurydzy pod koniec czerwca lub w pierwszych dniach lipca i przetrzymywać co najmniej do końca sierpnia. Początkowo najskuteczniejsze są pułapki feromonowe, natomiast od sierpnia (gdy zmniejsza się ilość naturalnego pożywienia) warto dodatkowo instalować pułapki pokarmowe. Na 1 ha uprawy zaleca się umieszczać minimum dwie pułapki w odległości jedna od drugiej co najmniej 50 metrów. Pułapki należy sprawdzać przynajmniej dwa razy w tygodniu, a co 10–14 dni należy wymieniać dyspenser feromonowy na nowy. Należy także sprawdzać kleistość kleju na tablicach lepowych oraz jakość preparatu owa-



Fot. 18. Pułapka lepowa



Fot. 19. Pułapka kubełkowa

dobójczego. Wyraźny wzrost liczby odławianych chrząszczy jest sygnałem do wykonania zabiegu chemicznego zwalczania.

Jako pomocniczą metodę stosuje się bezpośrednie obserwacje kukurydzy, wykonywane w godzinach rannych (około godz. 9:00) oraz wieczornych (po godz. 18:00), w trakcie których poszukuje się chrząszczy na zewnętrznych powierzchniach roślin.

W południowej Polsce, gdzie stonka kukurydziana nieprzerwanie występuje od 2006 roku, w podjęciu decyzji o terminie zwalczania szkodnika mogą być pomocne również obserwacje sygnalizacyjne prowadzone przez Instytut Ochrony Roślin – PIB. Wyniki obserwacji podawane są w formie komunikatów na stronie internetowej Instytutu w zakładce „Sygnalizacja Agrofagów”. Obserwacje sygnalizacyjne wykonują obecnie dwie jednostki: Terenowa Stacja Doświadczalna IOR – PIB w Rzeszowie oraz Oddział Instytutu w Sońnicowicach.

X. OCENA SZKODLIWOŚCI LARW

W celu prognozowania potrzeby zwalczania gatunku w kolejnym roku (gdy kukurydza będzie uprawiana w monokulturze), a także oceny poziomu li-
czebności i szkodliwości larw szkodnika, ocenia się stopień uszkodzenia sys-
temu korzeniowego za pomocą 6-stopniowej skali IOWA, gdzie poszczególne
stopnie oznaczają:

- 1,0 – brak uszkodzeń,
- 1,5 – widoczne ślady powstałe w wyniku pobierania pokarmu przez larwy,
- 2,0 – do trzech korzeni lekko podciętych,
- 2,5 – więcej niż trzy korzenie podcięte, ale żaden nie jest obgryziony w odle-
głości 4 cm od rośliny,
- 3,0 – jeden do trzech korzeni obgryzionych w odległości 4 cm od rośliny,
- 3,5 – więcej niż trzy korzenie obgryzione w odległości 4 cm od rośliny,
- 4,0 – jeden lub cały węzeł lub odpowiadająca mu liczba korzeni zniszczone,
- 4,5 – około 1,5 węzła zniszczone,
- 5,0 – dwa węzły zniszczone,
- 5,5 – około 2,5 węzła zniszczone,
- 6,0 – trzy lub więcej węzłów całkowicie zniszczonych.

W celu obliczenia stopnia uszkodzenia korzeni przez larwy należy pobrać
z powierzchni 1 ha kukurydzy uprawianej w monokulturze, w dwóch termi-
nach, losowo, po 5–10 korzeni w 10 miejscach zasiewu po przekątnej (łącznie
50–100 roślin). Pierwszy termin powinien przypadać pod koniec czerwca
lub w pierwszych dniach lipca, natomiast drugi o 7–10 dni później. Bryłę
korzeniową o wymiarach $30 \times 30 \times 20$ cm (szerokość $\times$ długość $\times$ głębo-
kość) należy poddać obserwacjom na obecność szkodnika. Larw w stadiach
rozwojowych L_2 i L_3 poszukuje się bezpośrednio na systemie korzeniowym
oraz w tkankach większych korzeni, a także wewnątrz korzeni podporowych
i w nasadzie łodygi. Dodatkowo na drobnooczkowym sicie należy przesiać
glebę z bryły korzeniowej i policzyć wszystkie żywe larwy, ustalając jedno-
cześnie średnią ich liczbę przypadającą na roślinę. Oczyszczony z gleby sys-
tem korzeniowy należy dokładnie opłukać w wodzie, aby ocenić stopień jego
uszkodzenia przez larwy za pomocą skali IOWA, a wynik analizy przedstawić
jako średnią (fot. 20).



Fot. 20. Zróżnicowany stopień uszkodzenia korzeni kukurydzy przez larwy stonki kukurydzianej

XI. PRZEPISY FITOSANITARNE – OD KWARANTANNY DO JEJ ZNIESIENIA

Stonka kukurydziana jako organizm kwarantannowy w Unii Europejskiej zwalczana była obligatoryjnie na mocy Decyzji Komisji nr 2003/766/WE w sprawie środków nadzwyczajnych zapobiegających rozprzestrzenieniu się we Wspólnocie *Diabrotica virgifera* LeConte (Decyzja 766, 2003). Znajdowała się również w spisie organizmów kwarantannowych EPPO, na liście A2, pod pozycją 199.

W Polsce w latach 2005–2006 zwalczanie szkodnika regulowało rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 13 kwietnia 2004 roku w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzenianiu się zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej (Rozporządzenie 82/763, 2004). Wokół miejsc wykrycia owada wytyczano tzw. strefę porażenia (okrąg o promieniu co najmniej 1 km) oraz strefę bezpieczeństwa (okrąg o promieniu co najmniej 5 km liczony od granicy strefy porażenia), a w sytuacji dużego zagrożenia tworzone strefy dodatkowe, zwłaszcza wokół lotnisk. W strefach tych obowiązywały nakazy i zakazy, zwłaszcza nakaz stosowania płodozmianu, zabiegów chemicznych, przestrzeganie zasad higieny pól oraz zakaz przemieszczania gleby i roślin z pól opatrzonych przez stonkę poza obszar stref.

W 2006 roku Komisja Europejska wprowadziła zmiany do Decyzji nr 2003/766/WE oraz wydała Zalecenia nr 2006/565/WE w sprawie programów zapobiegania dalszemu rozprzestrzenianiu się *Diabrotica virgifera* LeConte w rejonach Wspólnoty, w których stwierdzono obecność tego szkodnika (Zalecenia 565, 2006). Wprowadzone regulacje umożliwiły tworzenie w poszczególnych krajach własnych programów zwalczania szkodnika, uwzględniających m.in. aktualne badania naukowe, biologię gatunku, stopień jego szkodliwości, czy też system produkcji kukurydzy propagowany w danym państwie. Warunkiem zastosowania nowych rozwiązań było udowodnienie, że stonka kukurydziana zasiedla stale dany obszar i nie jest możliwe jej wyeliminowanie.

Polska skorzystała z nowych rozwiązań prawnych, dzięki czemu przygotowano program zwalczania stonki kukurydzianej. Zasady programu regulowało początkowo rozporządzenie MRiRW z dnia 21 sierpnia 2007 roku w sprawie zwalczania i zapobiegania rozprzestrzenianiu się zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej (Rozporządzenie 154/1087, 2007), a następnie rozporządzenie MRiRW z dnia 12 maja 2010 roku w sprawie zwalczania i zapobiegania rozprzestrzenianiu się zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej (Rozporządzenie 94/606, 2010).

Na podstawie rozporządzenia z 2007 roku obszar kraju został podzielony na trzy strefy: strefę zasiedlenia (gdzie stonka występuje i przechodzi przez cały cykl rozwojowy), strefę ryzyka (pas oddzielający strefę zasiedlenia od reszty kraju, w obrębie którego istnieje duże prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania się szkodnika) oraz na strefę wolną od gatunku, w której z chwilą jego pojawu wyznaczone będą: strefa porażenia, strefa bezpieczeństwa i ewentualnie strefy buforowe. Wraz z rosnącym zasięgiem występowania stonki kukurydzianej na mocy kolejnych rozporządzeń MRiRW poszerzano zasięg strefy zasiedlenia i ryzyka. W każdej z wyznaczonych stref wprowadzono nakazy i zakazy, m.in. stosowanie płodozmianu, przestrzeganie zasady higieny pól, zakaz przemieszczania gleby i świeżych roślin na obszar wolny od obecności stonki, stosowanie zabiegów chemicznych zwalczających szkodnika, rozdrabnianie resztek poźniwnych oraz wykonywanie głębokiej orki jesiennej. W późniejszym okresie zezwolono na uprawę kukurydzy w monokulturze w strefie zasiedlenia pod warunkiem wykonywania zabiegów chemicznych zwalczających stonkę kukurydzianą.

W dniu 7 lutego 2014 roku została opublikowana Dyrektywa Wykonawcza Komisji UE nr 2014/19/UE z dnia 6 lutego 2014 roku zmieniająca załącz-

nik nr 1 do Dyrektywy Rady 2000/29/WE w sprawie środków ochronnych przed wprowadzeniem do Wspólnoty organizmów szkodliwych dla roślin lub produktów roślinnych i przed ich rozprzestrzenianiem się we Wspólnocie (Dyrektywa 19, 2014). Zgodnie z tą dyrektywą, stonka kukurydziana została skreślona z listy organizmów kwarantannowych w UE.

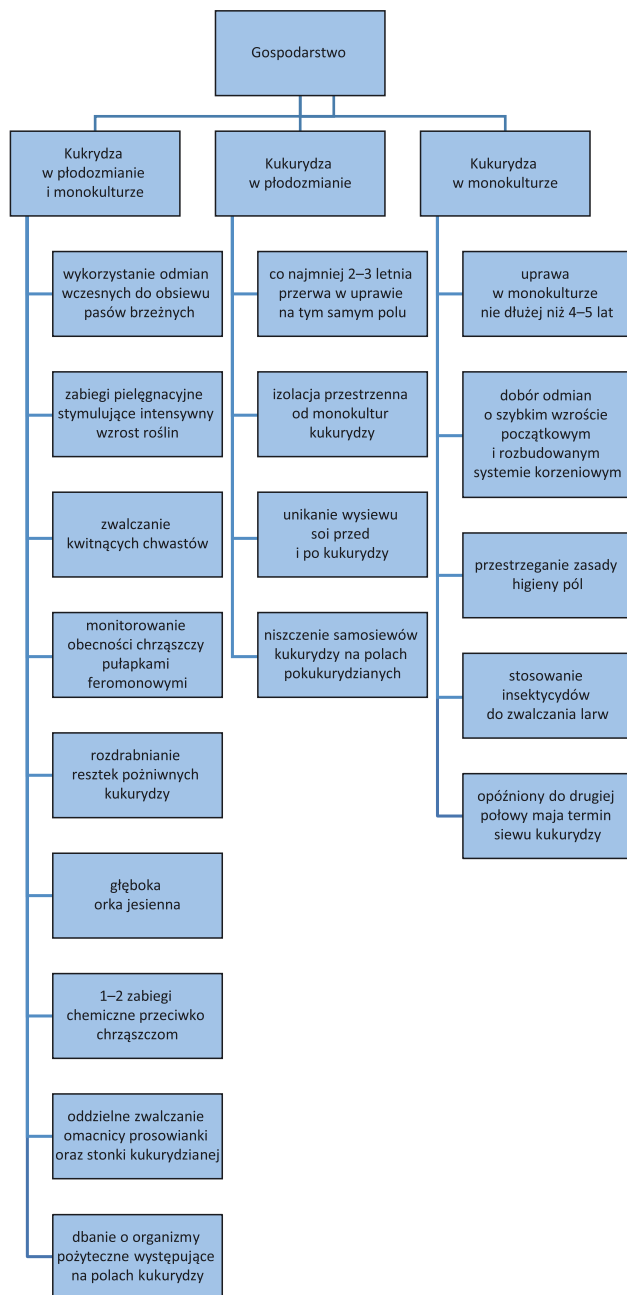
W ślad za Dyrektywą nr 2014/19/UE ukazała się Decyzja Wykonawcza Komisji 2014/20/UE z dnia 6 lutego 2014 roku uchylająca decyzję nr 2003/766/WE w sprawie środków nadzwyczajnych zapobiegających rozprzestrzenianiu się we Wspólnocie *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Decyzja 20, 2014). Decyzja ta zniosła obowiązek zwalczania i zapobiegania rozprzestrzenianiu się stonki kukurydzianej w UE. Do krajowego prawodawstwa przepisy znoszące kwarantannę wprowadzono mocą rozporządzenia MRiRW z dnia 24 kwietnia 2014 roku uchylającego rozporządzenie w sprawie zwalczania i zapobiegania rozprzestrzenianiu się zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej (Rozporządzenie 707, 2014).

Wraz z wykreśleniem stonki kukurydzianej z listy organizmów kwarantannowych zostały równocześnie wydane Zalecenia Komisji nr 2014/63/UE z dnia 6 lutego 2014 roku w sprawie środków na rzecz zwalczania *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte na obszarach Unii, na których potwierdzono jego obecność (Zalecenia 63, 2014). Stosowanie się do tych zaleceń jest dobrowolne – każdy plantator kukurydzy może z nich skorzystać lub też nie.

XII. STRATEGIA INTEGROWANEGO ZWALCZANIA STONKI KUKURYDZIANEJ

W związku ze zniesieniem zakazów i nakazów obowiązujących dotychczas w zwalczaniu stonki kukurydzianej, począwszy od połowy 2014 roku plantatorzy kukurydzy sami podejmują decyzje o potrzebie ograniczania występowania tego gatunku, w zależności od zagrożenia, jakie stanowi na ich polach.

Chcąc skutecznie zapobiegać namnażaniu się szkodnika oraz powstawaniu strat w plonach kukurydzy wskutek jego żerowania, konieczne jest – obok stale prowadzonego monitoringu – zastosowanie metod zapobiegawczych, a w sytuacjach większego zagrożenia również metod bezpośredniego zwalczania.



Rys. 5. Strategia integrowanej ochrony kukurydzy przed stonką kukurydzianą (opracowanie własne)

Strategia integrowanej ochrony kukurydzy przed stonką kukurydzianą po zniesieniu kwarantanny (rys. 5) została opracowana przez Instytut Ochrony Roślin – PIB na podstawie Zaleceń Komisji nr 2014/63/UE z dnia 6 lutego 2014 roku w sprawie środków na rzecz zwalczania *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte na obszarach Unii, na których potwierdzono obecność tego szkodnika. Zalecenia te są dobrowolne i dotyczą m.in. stosowania płodozmianu, prowadzenia monitoringu szkodnika, zwalczania gatunku w oparciu o zalecenia integrowanej ochrony kukurydzy, przestrzegania zasady higieny pól oraz stosowania odpowiedniego terminu siewu kukurydzy, aby kiełkowanie nie zbiegło się w czasie z wylęgiem larw.

W zaleceniach Instytutu uwzględniono przede wszystkim to, czy w gospodarstwie będzie prowadzona uprawa kukurydzy w monokulturze, co ma istotny wpływ na pojaw larw, ich liczebność, a także na nasilenie występowania chrząszczy. Monokultury kukurydzy są bowiem miejscem masowego namnażania się szkodnika, a więc tym samym są bardziej narażone na jego większą szkodliwość. W badaniach zagranicznych i krajowych udowodniono, że pierwsze wizualne uszkodzenia roślin powstałe wskutek żerowania larw pojawiają się po 4–5 latach od pojawu szkodnika na danym polu, w sytuacji gdy nie prowadzi się żadnych zabiegów zwalczających. Dodatkowo opracowana strategia zawiera elementy wspólne, jakie należałoby zastosować zarówno na polach prowadzonych w płodozmianie, jak i w monokulturze.

1. Metoda agrotechniczna

W metodzie agrotechnicznej zaleca się stosowanie przede wszystkim takich czynności, które zapobiegają licznemu pojawowi stonki kukurydzianej, ograniczają ryzyko nieświadomego rozprzestrzeniania się szkodnika oraz straty, jakie może powodować. Do najważniejszych elementów metody agrotechnicznej należą następujące zabiegi:

- stosowanie płodozmianu, który pozwala przerwać cykl rozwojowy gatunku – zaleca się co najmniej 2–3-letnią przerwę w uprawie kukurydzy na tym samym polu;
- przy stosowaniu zmianowania wskazane jest nieuprawianie kukurydzy w pasie do 20 metrów od ubiegłorocznego stanowiska po kukurydzy, gdyż samice stonki mogą składać jaja nie tylko w pobliżu roślin kukurydzy, ale także na gruntach bezpośrednio przylegających do plantacji kukurydzy;

- gdy w gospodarstwie z różnych względów nie można przerwać monokultury zaleca się uprawianie kukurydzy na tym samym stanowisku nie dłużej niż 4–5 lat. Po tym czasie wzrasta ryzyko pojawu pierwszych uszkodzeń powodowanych przez larwy oraz znacząco wzrasta liczebność chrząszczy;
- przy uprawie kukurydzy w monokulturze wskazane jest dokładne oczyszczanie ciągnika oraz maszyn z gleby i resztek roślinnych przed opuszczeniem plantacji i przejazdem na inne pole. W resztkach roślinnych mogą znajdować się bowiem jaja, larwy bądź poczwarki szkodnika, które nieświadomie można przenieść na inne stanowiska kukurydzy, np. prowadzone w zmianowaniu;
- zastosowanie izolacji przestrzennej nowych plantacji kukurydzy od zasiewów tej rośliny prowadzonych w monokulturze, co pozwala ograniczyć liczne przeloty chrząszczy;
- przy stosowaniu zmianowania unikanie uprawy soi tuż przed lub zaraz po kukurydzy. Soja w USA należy do roślin żywicielskich dla stonki kukurydzianej – na systemie korzeniowym tej rośliny mogą licznie rozwijać się larwy szkodnika;
- na stanowiskach pokukurydzianych wskazane jest niszczenie samosiewów kukurydzy, które mogą umożliwić szkodnikowi przejście przez cykl rozwojowy. W ostatnich latach łagodne zimy zwiększają przeżywalność w glebie ziarniaków kukurydzy opadłych np. w trakcie zbioru plonu;
- na monokulturach kukurydzy silnie zagrożonych pojawem larw opóźnianie terminu siewu kukurydzy do drugiej połowy maja. Nie zapobiega on pojawowi larw, ale powoduje, że uszkadzają one w mniejszym stopniu rośliny niż przy siewach wykonywanych w drugiej i trzeciej dekadzie kwietnia;
- wykonywanie wszystkich niezbędnych zabiegów pielęgnacyjnych (łącznie ze zbilansowanym nawożeniem), które sprzyjają intensywnemu wzrostowi roślin;
- ograniczanie liczebności chwastów kwitnących, których pyłek jest źródłem pożywienia dla chrząszczy, w szczególności: komosy białej, ostrożeńca polnego, mlecza polnego, włośnicy sianej, chwastnicy jednostronnej oraz szarłatki szorstkiej;
- dokładne rozdrabnianie resztek pożywnych, gdyż dzięki temu można zniszczyć warstwę izolacyjną chroniącą jaja przed przesuszeniem bądź przemarznięciem;

- przed nastaniem zimy wykonanie głębokiej orki, dzięki której zimujące jaja zostaną przemieszczone z głębi gleby na jej powierzchnię, gdzie są bardziej narażone na destrukcyjne oddziaływanie warunków meteorologicznych bądź wrogów naturalnych.

2. Metoda hodowlana

Metoda hodowlana, podobnie jak metoda agrotechniczna, pozwala w większym bądź mniejszym stopniu zapobiec uszkodzeniom powodowanym przez stonkę kukurydzianą.

Zaleca się, aby na monokulturach kukurydzy wysiewać odmiany o szybkim wzroście początkowym oraz charakteryzujące się dobrze rozbudowanym systemem korzeniowym. Odmiany takie lepiej sobie radzą z atakiem larw, ponieważ szybko regeneruje się ich system korzeniowy, pod warunkiem że nie został silnie uszkodzony.

Wykazano ponadto, że wczesność odmiany (wyrażona liczbą FAO) może być czynnikiem różnicującym liczebność chrząszczy na plantacji. Stwierdza się, że bezpośrednio po wylocie z poczwarek chrząszcze najliczniej zasiedlają wczesne odmiany kukurydzy, które w tym czasie kwitną. Z chwilą zakwitania odmian o późniejszej wegetacji owady migrują na nie w poszukiwaniu atrakcyjniejszego pożywienia, tj. pyłku i świeżych znamion kolb. Odmiany późne kukurydzy, zwłaszcza jeżeli dysponują cechą „stay green” (dłużej zielone), są znacznie liczniej zasiedlane przez szkodnika od odmian wczesnych, gdyż przez dłuższy czas dostarczają chrząszczom pokarmu. Zjawisko to może wpływać na terminy wystąpienia szczytu liczebności owadów na odmianach o zróżnicowanej wczesności i tym samym utrudniać zwalczanie szkodnika za pomocą metod bezpośrednich.

Preferencję chrząszczy do liczego zasiedlania w pierwszej kolejności kwitnących odmian kukurydzy można wykorzystać w praktyce na plantacjach wielkoobszarowych prowadzonych w płodozmianie, otaczając uprawy z wysianą odmianą średniowczesną lub średniopóźną pasem brzeżnym obsianym odmianą wczesną. Pas ten powinien mieć szerokość co najmniej 10 metrów. Szkodnik najliczniej zasiedli wtedy wczesną odmianę, którą pasowo można chronić chemicznie.

3. Metoda biologiczna

W Polsce do ograniczania populacji stonki kukurydzianej w warunkach polowych nie stosuje się bioinsektycydów opartych na grzybach pasożytniczych, ponieważ takie preparaty nie są zarejestrowane.

Wiadomo, że środowisko glebowe jest głównym siedliskiem grzybów owadobójczych i wielu innych mikroorganizmów. W warunkach naturalnych odgrywają one ogromną rolę w ograniczaniu populacji wielu szkodników. Mogą powodować prawie 30-procentową śmiertelność tych agrofagów w glebie podczas ich zimowania. Dotychczasowe doświadczenia prowadzone w warunkach polowych w Polsce wykazały, że chrząszcze stonki kukurydzianej są porażane przez grzyba owadobójczego *Beauveria bassiana*, powodującego chorobę zwaną białą muskardyną. Izolat tego grzyba okazał się bardzo skuteczny w warunkach laboratoryjnych – powodował nawet 90-procentową śmiertelność chrząszczy (fot. 21 i 22). Równie wysoką skutecznością odznaczały się także szczepy innych gatunków grzybów owadobójczych, takich jak *Metarhizium brunneum* (dawniej *M. anisopliae*) i *Isaria fumosorosea*.



Fot. 21. Chrząszcz stonki kukurydzianej porażony przez grzyb *Beauveria bassiana* – początkowe stadium porażenia



Fot. 22. Chrząszcz stonki kukurydzianej pokryty grzybnia *Beauveria bassiana* – zaawansowane stadium porażenia



Fot. 23. Roztocz *Hypoaspis miles*



Fot. 24. Pluskwiaak *Orius laevigatus*

W warunkach polowych nie można uzyskać tak wysokiej skuteczności, gdyż czynniki atmosferyczne, jak temperatura i wilgotność, są tak zmienne, że nie sprzyjają kiełkowaniu zarodników wymienionych gatunków grzybów.

Do tej pory w Polsce nie udało się wyizolować grzyba owadobójczego, który cechowałby się wysoką patogenicnością w stosunku do stonki kukurydzianej.

W warunkach polowych przyszłością będzie stosowanie tzw. konserwacyjnej metody biologicznej, polegającej na modyfikowaniu krajobrazu rolniczego w celu stworzenia odpowiednich warunków dla rozwoju mikro- oraz makroorganizmów pożytecznych w środowisku. Nowe „użytki ekologiczne”, zarośla śródpolne, oczka wodne, niekoszone rowy, miedze, zakrzewienia i zadrzewienia śródpolne pozwolą trwale zachować bioróżnorodność i stworzyć odpowiednie warunki dla rozwoju czynników biologicznych.

W badaniach laboratoryjnych prowadzonych w Instytucie Ochrony Roślin – PIB wykazano, że jaja stonki mogą być efektywnie niszczone przez drapieżne roztocze *Amblyseius andersoni* i *Hypoaspis miles* oraz przez pluskwia-ka *Orius laevigatus* (fot. 23 i 24). W warunkach polowych pojedyncze osobniki chrząszczy stonki kukurydzianej mogą padać łupem pajaków sieciowych znajdujących się na roślinach kukurydzy (fot. 25).



Fot. 25. Chrząszcze stonki kukurydzianej w sieci pająka



Fot. 26. Larwa stonki kukurydzianej porażona przez nicienia *Steinernema feltiae*

Rozważając możliwość ograniczania populacji stonki kukurydzianej przez organizmy pożyteczne, należy wspomnieć o wynikach badań zagranicznych. Wskazują one na to, że stonka ma kilku potencjalnych wrogów naturalnych, m.in. pierwotniaki (np. gregaryny), bakterie owadobójcze (np. *Bacillus thuringiensis*), niektóre wirusy, nicienie owadobójcze (np. *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora*) (fot. 26), drapieżne roztozcze (np. *Hypoaspis aculeifer*), drapieżne owady (np. chrząszcze biegaczowate – Carabidae, chrząszcze kusakowate – Staphylinidae, biedronkowate – Coccinellidae, mrówki – Formicidae czy drapieżne pluskwiaki – Nabiiidae i Anthocoridae), a także owady-pasożyty (np. muchówki z rodziny rączycowatych – Tachinidae, błonkówki z rodziny męszelkowatych – Braconidae).

Na podstawie dotychczasowej wiedzy na temat wrogów naturalnych stonki kukurydzianej opracowano jedynie biopreparaty zawierające nicienie, m.in. *Heterorhabditis bacteriophora*, przeznaczone do zwalczania larw w glebie. Jednak środki te są stosowane tylko na niewielkich obszarach, głównie z uwagi na wysokie koszty oraz nie zawsze zadowalającą skuteczność biopreparatów, na którą wpływa przede wszystkim przebieg warunków pogodowych mających duże znaczenie w przeżyciu nicieni w glebie.

4. Metoda biochemiczna

Jest to nowy sposób podejścia do ograniczania liczebności i szkodliwości stonki kukurydzianej, opierający się na wykorzystaniu w ochronie kukurydzy biopreparatów, których zadaniem jest zdezorientować samce stonki tak, aby nie kopulowały z samicami. Samice w ciągu swojego życia kopulują zwykle tylko 1–3 razy z samcami, a zebraną w tym czasie spermę przechowują w specjalnym woreczku, z którego jest ona systematycznie uwalniana do zapłodnienia jaj. Dzięki wykonaniu kilkukrotnego zabiegu opryskiwania łąnu biopreparatem zawierającym feromon samic w okresie lotu szkodnika, ogranicza się kopulację owadów. W efekcie samice składają mniej jaj, w tym wiele niezapłodnionych, dlatego nie wylęgają się z nich larwy. Stosowanie tego typu biopreparatów nie ma na celu bezpośredniego zwalczania szkodnika, a ograniczenie liczby składanych jaj. W rezultacie w ciągu dłuższego okresu stosowania tej metody na większym obszarze (zwłaszcza, gdzie są monokultury kukurydzy) maleje zagrożenie wystąpienia stonki kukurydzianej – zarówno larw, jak i chrząszczy. Wspomnianą metodę wdrożono już w Austrii i na Węgrzech. W Polsce nie jest jeszcze stosowana.

5. Metoda chemiczna

Polega na zastosowaniu chemicznych środków ochrony roślin zarejestrowanych do zwalczania stonki kukurydzianej.

Na plantacjach prowadzonych w monokulturze należy zwalczać przede wszystkim larwy, ponieważ są najgroźniejszym stadium rozwojowym szkodnika i stanowią główny obiekt chemicznej ochrony roślin w większości krajów, w których owad ten występuje. Aktualnie w Polsce nie ma zarejestrowanego żadnego insektycydu do zwalczania larw stonki kukurydzianej. Jednak należy pamiętać o tym, że z chwilą dopuszczenia do użytku bądź to zaprawy nasiennej, bądź insektycydu doglebowego, należy zastosować je zaraz na początku wegetacji kukurydzy (przedsiewnie lub posiewnie), aby obniżyć liczebność i szkodliwość larw, a w rezultacie także liczebność chrząszczy.

W gospodarstwach, które dysponują opryskiwaczami szczudłowymi, albo w których na etapie siewów pozostawiono drogi przejazdowe dla opryskiwacza z belkami podnoszonymi ponad wierzchołki roślin, można przeprowadzić zwalczanie chemiczne chrząszczy. Ma ono za zadanie ograniczyć liczbę samic składających jaja, które dadzą początek nowemu pokoleniu szkodnika w ko-

lejnym roku. Zwalczanie chrząszczy należy wykonywać w okresie ich liczego występowania. Z badań Instytutu Ochrony Roślin – PIB wynika, że termin ten przypada pomiędzy trzecią dekadą lipca a trzecią dekadą sierpnia, ze szczytem liczebności owadów notowanym zwykle w pierwszej połowie sierpnia.

Aktualnie do zwalczania chrząszczy stonki kukurydzianej dopuszczone są w Polsce insektycydy nalistne, zawierające następujące substancje czynne: tiachlopyryd + deltametrynę oraz indoksakarb. W zależności od poziomu zagrożenia wystąpienia stonki kukurydzianej zaleca się wykonanie 1–2 zabiegów opryskiwania roślin. Pierwszy zabieg przeprowadza się w okresie od drugiej połowy lipca do połowy sierpnia, natomiast drugi (jeżeli będzie konieczne) wykonuje się 7–14 dni później. Przy wykonywaniu dwóch zabiegów ochronnych konieczne jest naprzemienne stosowanie insektycydów z różnych grup chemicznych, co minimalizuje ryzyko uodporniania się szkodnika na stosowane substancje czynne.

Jak pokazały również badania krajowe, nie ma aktualnie możliwości skutecznego połączenia zabiegu chemicznego zwalczania masowo wylęgających się gąsienic omacnicy prosowianki z masowo występującymi chrząszczami stonki kukurydzianej. Wieloletnie badania prowadzone przez Instytut Ochrony Roślin – PIB wskazują, że optymalny termin zwalczania gąsienic omacnicy prosowianki przypada zwykle w drugiej lub na początku trzeciej dekady lipca. Z kolei optymalny termin zwalczania chrząszczy stonki kukurydzianej może przypadać od końca lipca do nawet początku trzeciej dekady sierpnia, przy czym zwykle jest to pierwsza połowa sierpnia. Oba gatunki zwalczane są w różnych terminach, czasami w odstępach 3–4-tygodniowych. Jednak czasami zabieg przeciwko omacnicy prosowiance może redukować liczebność pierwszych nalatujących chrząszczy stonki, natomiast przy późnym nalocie omacnicy prosowianki zabieg wykonany w sierpniu przeciwko chrząszczom może częściowo redukować szkodliwość gąsienic.

6. Metoda biotechnologiczna

Metoda ta nie jest stosowana w Europie, w tym także w Polsce, natomiast wykorzystywana jest m.in. w USA i Meksyku, gdzie stonka kukurydziana powoduje duże straty w plonach. Metoda biotechnologiczna polega na uprawie kukurydzy transgenicznej, do której za pomocą technik inżynierii genetycznej wprowadzono gen z bakterii glebowej *Bacillus thuringiensis* spp. *tenebrionis*.

Dzięki niemu rośliny kukurydzy mogą wytwarzać białko toksyczne dla szkodnika w ciągu całego okresu swojej wegetacji, bez konieczności chemicznego zwalczania owada. Aktualnie obrót materiałem siewnym i uprawa roślin zmodyfikowanych genetycznie (GMO) są w Polsce prawnie zabronione. Odmiany transgeniczne przeznaczone do zwalczania stonki kukurydzianej nie zostały dotychczas dopuszczone do uprawy w krajach Unii Europejskiej, dlatego są wysiewane głównie w Ameryce Północnej. Ponadto ważnym zadaniem związanym z uprawą kukurydzy GMO, z którym będzie musiała się zmierzyć nauka i praktyka w nadchodzących latach jest możliwość wytwarzania przez stonkę kukurydzianą odporności na białko Bt. W badaniach amerykańskich wykonanych przez zespół prof. Gassmanna (Gassmann i wsp. 2014) na niektórych polach kukurydzy pojawiły się populacje stonki odporne na dwie z trzech stosowanych do ich zwalczania toksyn Bt, m.in. Cry3Bb1 i mCry3A. Konieczne stało się zatem w Ameryce Północnej stałe monitorowanie poziomu odporności stonki na dopuszczone tam do stosowania odmiany kukurydzy transgenicznej.

7. Próg ekonomicznej szkodliwości

Prowadząc zwalczanie stonki kukurydzianej z wykorzystaniem różnych metod, a w szczególności z użyciem chemicznych środków ochrony roślin, w niektórych krajach decyzje o potrzebie zwalczania gatunku podejmuje się na podstawie progów ekonomicznej szkodliwości. W Polsce oraz w wielu innych państwach takie progi nie zostały jeszcze określone. Na podstawie dostępnej literatury można jednak wskazać trzy główne elementy, na podstawie których ustalono progi tam, gdzie obecnie funkcjonują. Do czynników tych należą: liczba żerujących larw na korzeniach w przeliczeniu na roślinę, ocena stopnia uszkodzenia systemu korzeniowego przez larwy, a także ustalenie średniej bądź całkowitej liczby chrząszczy w przeliczeniu na roślinę za pomocą np. pułapek lepowych.

W tabeli 2. zaprezentowano przykładowe progi szkodliwości funkcjonujące w różnych krajach, m.in. w USA, Rumunii, Serbii, Niemczech oraz w Czechach, pokazując jednocześnie stopień ich zróżnicowania.

Tabela 2. Przykładowe progi szkodliwości ustalone dla stonki kukurydzianej

Próg szkodliwości dla larw	Próg szkodliwości dla chrząszczy
Od 8 do 10 larw w trzecim stadium rozwojowym (L_3) w przeliczeniu na system korzeniowy jednej rośliny (Toepfer i Kuhlman 2004)	Stwierdzenie około 5–10 chrząszczy na roślinie. Gdy stwierdza się obecność średnio 0,5 chrząszcza na roślinie, wówczas zalecany jest płodozmian na danym polu w roku kolejnym, natomiast kiedy więcej niż średnio 6 chrząszczy odławia się na żółtą tablicę lepową w ciągu dnia, można oczekiwać strat ekonomicznych w roku kolejnym (Bača i wsp. 1995)
Uszkodzenie korzeni w stopniu 2,5 lub 3,0 z użyciem 6-stopniowej skali IOWA (Turpin i Maxwell 1976)	Kilkukrotne stwierdzanie w okresie od połowy czerwca do początku sierpnia średnio od 0,75 do 1 chrząszcza w przeliczeniu na roślinę wskazuje na potrzebę zwalczania gatunku w kolejnym roku (Turpin i wsp. 1972; Stamm i wsp. 1985)
7 larw na roślinie (Hurle i wsp. 2005)	Średnio 0,5–1 chrząszcza na kolbie (Hurle i wsp. 2005)
Uszkodzenie korzeni przez larwy w stopniu 3,6 przy użyciu zmodyfikowanej, 9-stopniowej skali IOWA (Foster i wsp. 1986)	1–3 chrząszczy na kolbie kukurydzy uprawianej na nasiona lub 9 chrząszczy na kolbie w uprawie na ziarno lub 35 chrząszczy na pułapkę w ciągu 14 dni obserwacji (Kocourek 2013)
10 larw na roślinie (Peters 1963)	10 chrząszczy na m^2 lub około 7 chrząszczy złapanych do żółtej pułapki lepowej w ciągu 24 godzin (Rosca i Popov 1999)
	10 chrząszczy na roślinę przy komercyjnej uprawie kukurydzy oraz 5 chrząszczy na roślinę przy uprawie kukurydzy nasiennej (Sivcev i wsp. 1994)
	1–3 chrząszczy na kolbę w okresie wyrzucania znamion (Tuska i wsp. 2002)
	Średnio 1,62 chrząszcza na roślinę przy uprawie w monokulturze oraz 0,71 chrząszcza na roślinę w pierwszym roku uprawy kukurydzy (Godfrey i Turpin 1983)
	1 chrząszcz na roślinę (Foster i wsp. 1986)
	Średnio 0,5 chrząszcza na roślinę w pierwszym roku uprawy kukurydzy lub średnio 0,7 chrząszcza na roślinę przy uprawie kukurydzy w monokulturze, gdy przynajmniej 10% samic jest zapłodnionych (Bergman i Edwards 1985)

XIII. LITERATURA

1. Bača F., Camprag D., Keresi T., Krnjajic S., Manojlovic B., Sekulic R., Sicev I. 1995. Kukuruzna zlatica *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Drustvo za Zaštitu Bilja Srbije, Belgrade: 1–112.
2. Bereś P.K. 2013. Studium nad doskonaleniem integrowanej ochrony kukurydzy przed zachodnią kukurydzianą stonką korzeniową (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) i omacnicą prosowianką (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Rozprawy Naukowe Instytutu Ochrony Roślin – PIB, z. 29, 183 ss.
3. Bereś P.K. (red.). 2014. Atlas szkodników roślin rolniczych. Hortpress, Warszawa, 160 ss.
4. Bereś P.K., Sionek R. 2007. Wstępne obserwacje nad biologią zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej (*Diabrotica virgifera* LeConte) w okolicach Rzeszowa. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (1): 188–193.
5. Bereś P.K., Kaniuczak Z., Sionek R. 2009. Analiza obserwacji nalotu chrząszczy *Diabrotica virgifera* LeConte na plantacje kukurydzy na podstawie odczytów z pułapek feromonowych i pokarmowych na Podkarpaciu w latach 2006–2008. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 49 (1): 86–90.
6. Bereś P.K., Kaniuczak Z., Sionek R. 2010. Aktywność dobową chrząszczy *Diabrotica virgifera* LeConte na kukurydzy cukrowej (*Zea mays* var. *saccharata*) w latach 2006–2009. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 50 (1): 98–102.
7. Bereś P.K., Sionek R. 2010a. Study on the fecundity, egg collection technique and longevity of *Diabrotica virgifera* LeConte females under laboratory and field conditions. J. Plant Prot. Res. 50 (4): 429–437.
8. Bereś P.K., Sionek R. 2010b. The occurrence and sex ratio of *Diabrotica virgifera* LeConte beetles on sweet maize (*Zea mays* var. *saccharata*) in south-eastern Poland near Rzeszów in 2007–2009. Veg. Crops Res. Bull. 73: 87–97.
9. Bereś P.K., Kaniuczak Z. 2010. Opracowanie programów zwalczania stonki kukurydzianej (*Diabrotica virgifera* LeConte) w Rzeczypospolitej Polskiej. s. 41–59. W: „Ochrona terenu kraju przed przedostawaniem i rozprzestrzenianiem się organizmów kwarantannowych i innych stanowiących szczególne zagrożenia” (D. Sosnowska, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 144 ss.
10. Bergman M.K., Edwards C.R. 1985. Managing Corn Rootworms. Extension Publication E-49, Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette, Indiana.

11. Decyzja 766, 2003. Decyzja Komisji nr 2003/766/WE w sprawie środków nadzwyczajnych zapobiegających rozprzestrzenianiu się we Wspólnocie *Diabrotica virgifera* LeConte (Dz. Urz. UE L 275 z 25.10.2003, s. 49 z późn. zm.).
12. Decyzja 20, 2014. Decyzja Wykonawcza Komisji 2014/20/UE z dnia 6 lutego 2014 roku uchylająca decyzję nr 2003/766/WE w sprawie środków nadzwyczajnych zapobiegających rozprzestrzenianiu się we Wspólnocie *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Dz. Urz. UE L 38 z 07.02.2014, s. 45).
13. Dyrektywa 19, 2014. Dyrektywa Wykonawcza Komisji 2014/19/UE z dnia 6 lutego 2014 roku zmieniająca załącznik I do Dyrektywy Rady 2000/29/WE w sprawie środków ochronnych przed wprowadzeniem do Wspólnoty organizmów szkodliwych dla roślin lub produktów roślinnych i przed ich rozprzestrzenianiem się we Wspólnocie (Dz. Urz. UE L 38 z 07.02.2014, s. 30).
14. EPPO 2004. Diagnostic protocols for regulated pests. PM 7/26(1). OEPP/EPPO Bull. 34: 289–293.
15. EPPO 2012. Present situation of *Diabrotica virgifera virgifera* in Europe in 2011. http://www.eppo.int/QUARANTINE/special_topics/Diabrotica_virgifera/diabrotica_virgifera.htm. Dostęp: 04.05.2015.
16. Foster R.E., Tollefson J.J., Nyrop J.P., Hein G.L. 1986. Value of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) population estimates in pest management decision making. J. Econ. Entomol. 79: 303–310.
17. Gassmann A.J., Petzold-Maxwell J.L., Clifton E.H., Dunbar M.W., Hoffmann A.M., Ingber D.A., Keweshan R.S. 2014. Field-evolved resistance by western corn rootworm to multiple *Bacillus thuringiensis* toxins in transgenic maize. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A 111 (14): 5141–5146. DOI: 10.1073/pnas.1317179111
18. Godfrey L.D., Turpin F.T. 1983. Comparison of Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult populations and economic thresholds for first-year and continuous corn fields. J. Econ. Entomol. 76: 1028–1032.
19. Hurle K., Mehrtens J., Meinert G. 2005. Mais. Unkräuter. Schädlinge. Krankheiten. Verlag Th. Mann, Gelesenkirchen, 144 pp.
20. IWGO 2012. Distribution map of Western corn rootworm Europe 2012. <http://www.iwgo.org/>. Dostęp: 28.05.2015.
21. Lipa J.J. 1995. Zachodnia stonka kukurydziana (*Diabrotica virgifera* LeConte) – kwarantannowe zagrożenie dla Europy. Broszura Informacyjna. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 10 ss.

22. Lipa J.J. 2004. Zachodnia stonka kukurydziana (*Diabrotica virgifera* LeConte) zagraża Polsce – konieczny monitoring i środki zapobiegawcze. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 44 (1): 197–202.
23. Kocourek F. 2013. Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy – obecné závislosti při využívání ekonomických prahů škodlivosti. <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/legislativa-67/uplatnovani-systemu-integrované-ochrany-rostlin-v-souvislosti-se-zmenou-legislativy-obecne-zavislost.html>. Dostup: 21.04.2015.
24. Konefał T., Buzon D., Bereś P.K. 2007. Zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa (*Diabrotica virgifera* LeConte). Groźny kwarantannowy szkodnik kukurydzy. Broszura Informacyjna. Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa, 16 ss.
25. Konefał T., Bereś P.K. 2009. *Diabrotica virgifera* Le Conte in Poland in 2005–2007 and regulations in the control of the pest in 2008. J. Plant Prot. Res. 49 (1): 129–134.
26. Krysan J.L., Miller T.A. 1986. Methods for Study of Pest *Diabrotica*. Springer-Verlag, New York, USA, 260 pp.
27. Kuhlmann U., Wiard A.C.M. van der Burgt 1998. Possibilities for biological control of the Western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, in Central Europe. Biocontrol News and Information 19 (2): 59–68.
28. Peters D.C. 1963. Economic life history of corn rootworm in the corn belt. Proc. N. Cent. Br. Entomol. Soc. Am. 18: 79.
29. Pruszyński S. (red.). 2004. Zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae). Broszura Informacyjna. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 23 ss.
30. Rosca I., Popov C. 1999. Potential of the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) to be included like a key pest of corn in Romania. p. 182–185. W: Proceedings of the XX Conference of the International Working Group on Ostrinia and Other Maize Pest. Adana, Turkey, 4–10 September.
31. Rozporządzenie 82/763, 2004. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 13 kwietnia 2004 roku w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrze-

- nianiu się zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej (Dz. U. z 2004 r. Nr 82, poz. 763).
32. Rozporządzenie 154/1087, 2007. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 sierpnia 2007 roku w sprawie zwalczania i zapobiegania rozprzestrzenianiu się zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej (Dz. U. z 2007 r. Nr 154, poz. 1087 z późn. zm.).
 33. Rozporządzenie 94/606, 2010. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 maja 2010 roku w sprawie zwalczania i zapobiegania rozprzestrzenianiu się zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej (Dz. U. z 2010 r. Nr 94, poz. 606 z późn. zm.).
 34. Rozporządzenie 707, 2014. Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 kwietnia 2014 roku uchylające rozporządzenie w sprawie zwalczania i zapobiegania rozprzestrzenianiu się zachodniej kukurydzianej stonki korzeniowej (Dz. U. z 2014 r., poz. 707).
 35. Sivcev I., Manojlovic B., Krojajic S., Dimic N., Draganic M. 1994. Rasprostranjenost i stetnost *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte (Coleoptera: Chrysomelidae), nove stetocine kukuruza u Jugoslaviji. Zastita Bilja 45 (1): 19–26.
 36. Stamm D.E., Mayo Z.B., Campbell J.B., Witkowski J.F., Andersen L.W., Kozub R. 1985. Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) beetle counts as a means of making larval control recommendations in Nebraska. J. Econ. Entomol. 78: 794–798.
 37. Toepfer S., Kuhlmann U. 2004. Survey for natural enemies of the invasive alien chrysomelid, *Diabrotica virgifera virgifera*, in Central Europe. Bio-Control 49: 385–395.
 38. Toepfer S., Zhang F., Kiss J., Kuhlmann U. 2005. The invasion of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera*, in Europe and potential for classical biological control. p. 19–28. In: 2nd International Symposium on Biological Control of Arthropods. Davos, Switzerland, 12–16 September 2005, 734 pp.
 39. Toepfer S., Ellsbury M.M., Eschen R., Kuhlmann U. 2007. Spatial clustering of *Diabrotica virgifera virgifera* and *Agriotes ustulatus* in small-scale maize fields without topographic relief drift. Entomol. Exp. Appl. 124: 61–75.
 40. Toepfer S., Haye T., Erlandson M., Goettel M., Lundgren J.G., Kleespies R.G., Weber D.C., Cabrera Walsh G., Peters A., Ehlers R.U., Strasser H., Moore D., Keller S., Vidal S., Kuhlmann U. 2009. A review of the natu-

- ral enemies of beetles in the subtribe Diabroticina (Coleoptera: Chrysomelidae): implications for sustainable pest management. *Biocontrol Sci. Techn.* 19 (1): 1–65.
41. Tomalak M., Sosnowska D. (red.). 2008. Organizmy pożyteczne w środowisku rolniczym. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 95 ss.
42. Turpin F.T., Maxwell J.D. 1976. Decision-making related to use of soil insecticides by Indiana corn farmers. *J. Econ. Entomol.* 69 (3): 359–362.
43. Turpin F.T., Dumenil L.C., Peters D.C. 1972. Edaphic and agronomic characters that affect potential for rootworm damage to corn in Iowa. *J. Econ. Entomol.* 65: 1615–1619.
44. Tuska T., Kiss J., Edwards R.C. 2002. Establishing economic thresholds for feeding by Western corn rootworm adults in commercial corn. p. 50. W: Book of Abstracts. 9th IWGO Diabrotica Subgroup Meeting and 8th EPPO ad-hoc Panel. Plant Protection Society of Serbia, Belgrad, 3–5 November 2002.
45. Vidal S., Kuhlmann U., Edwards C.R. (eds.). 2005. Western Corn Rootworm. Ecology and Management. CABI Publishing, 310 pp.
46. Zalecenia 565, 2006. Zalecenia nr 2006/565/WE w sprawie programów zapobiegania dalszemu rozprzestrzenianiu się *Diabrotica virgifera* LeConte w rejonach Wspólnoty, w których stwierdzono obecność tego szkodnika (Dz. Urz. UE L 225 z 17.08.2006, s. 30).
47. Zalecenia 63, 2014. Zalecenia Komisji z dnia 6 lutego 2014 roku w sprawie środków na rzecz zwalczania *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte na obszarach Unii, na których potwierdzono jego obecność (2014/63/UE) (Dz. Urz. UE L 38 z 07.02.2014, s. 46).

XIV. SPIS FOTOGRAFII

- Fot. 1.** Samica stonki kukurydzianej (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 2.** Samiec stonki kukurydzianej (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 3.** Jaja stonki kukurydzianej (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 4.** Larwa stonki kukurydzianej w trzecim stadium rozwojowym (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 5.** Poczwarka stonki kukurydzianej (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 6.** Korzenie kukurydzy uszkodzone przez larwy (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 7.** Uszkodzony system korzeniowy kukurydzy (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 8.** Słabo zaziarniona kolba kukurydzy (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 9.** Wylegające rośliny kukurydzy (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 10.** Liść kukurydzy uszkodzony przez chrząszcze (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 11.** Fuzarioza kolb kukurydzy w miejscu uszkodzonych ziarniaków (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 12.** *Phyllobrotica quadrimaculata* (fot. M. Przewoźny)
- Fot. 13.** *Prasocuris phellandri* (fot. M. Przewoźny)
- Fot. 14.** *Xantogaleruca luteola* (fot. M. Przewoźny)
- Fot. 15.** *Notoxus monoceros* (fot. M. Przewoźny)
- Fot. 16.** Urazek kukurydziany (fot. M. Przewoźny)
- Fot. 17.** Skrzypionka zbożowa (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 18.** Pułapka lepowa (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 19.** Pułapka kubełkowa (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 20.** Zróznicowany stopień uszkodzenia korzeni kukurydzy przez larwy stonki kukurydzianej (fot. P.K. Bereś)
- Fot. 21.** Chrząszcz stonki kukurydzianej porażony przez grzyb *Beauveria bassiana* – początkowe stadium porażenia (fot. D. Sosnowska)

- Fot. 22.** Chrząszcz stonki kukurydzianej pokryty grzybnią *Beauveria bassiana* – zaawansowane stadium porażenia (fot. D. Sosnowska)
- Fot. 23.** Roztocz *Hypoaspis miles* (fot. Ż. Fiedler)
- Fot. 24.** Pluskwiak *Orius laevigatus* (fot. Ż. Fiedler)
- Fot. 25.** Chrząszcze stonki kukurydzianej w sieci pająka (fot. S. Drzewiecki)
- Fot. 26.** Larwa stonki kukurydzianej porażona przez nicienia *Steinernema feltiae* (fot. P.K. Bereś)