

## ARTYKUŁ ORYGINALNY

# Biologiczna ochrona kukurydzy przed omacnicą prosowianką z wykorzystaniem *Trichogramma brassicae* oraz *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* w województwie warmińsko-mazurskim

## Biological control of maize against *Ostrinia nubilalis* Hbn. by using *Trichogramma brassicae* and *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* in the Warmian-Masurian voivodeship

Łukasz Kontowski<sup>1</sup>, Paweł K. Beres<sup>2\*</sup>, Dariusz Górski<sup>3</sup>, Agnieszka Ulatowska<sup>3</sup>

### Streszczenie

Badania wykonano w Szwałkowie k. Iławy (woj. warmińsko-mazurskie) w latach 2021–2023 na kukurydzy zwyczajnej odmiany ES Perspective (FAO 240) uprawianej na ziarno. W doświadczeniu wykorzystano dwa biopreparaty przeciwko omacnicy prosowiance (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Pierwszy zawierał błonkówki gatunku *Trichogramma brassicae*, a drugi białko z *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* szczep EG 2348. Biopreparaty stosowano jeden lub dwa razy w sezonie uprawowym kukurydzy, w dwóch dawkach. Najlepszą skuteczność uzyskano stosując *T. brassicae* w dwóch dawkach uwalniając łącznie 330 tys. imago/ha, co pozwoliło w analizowanym trzyleciu w 67,7% zabezpieczyć rośliny przed uszkodzeniami powodowanymi przez fitofaga. Jednokrotne opryskiwanie roślin białkiem z *B. thuringiensis* w dawce 1,0 kg/ha tylko w 36,6% zabezpieczyło rośliny kukurydzy przed *O. nubilalis* w trzyleciu. Dwa zabiegi z użyciem *B. thuringiensis*, ale w dawce po 0,5 kg/ha zabezpieczyły rośliny na poziomie 50,9%. Dwukrotne użycie tego samego biopreparatu bakteryjnego, ale w dawkach po 1,0 kg/ha pozwoliło zabezpieczyć rośliny przed szkodnikiem na poziomie 60,3%.

**Słowa kluczowe:** *Ostrinia nubilalis*, kukurydza, biologiczna ochrona roślin, *Trichogramma brassicae*, *Bacillus thuringiensis*

### Abstract

The research was carried out in Szwałków near Iława (Warmian-Masurian voivodeship) in 2021–2023 on fodder maize of the ES Perspective variety (FAO 240) cultivated for grain. Two biopreparations against *Ostrinia nubilalis* Hbn. were used in the experiment. The first contained the wasp of the species *Trichogramma brassicae*, and the second contained protein from *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* strain EG 2348. Both biopreparations were applied once or twice during the maize growing season at two doses. The best effectiveness was achieved using *T. brassicae* in two doses, releasing a total of 330,000 imago/ha, which allowed for 67.7% protection of plants from phytophagous damage over the three-year period analyzed. A single spraying of maize plants with protein from *B. thuringiensis* at a dose of 1.0 kg/ha only provided 36.6% protection against *O. nubilalis* over the three-year period. Two treatments with *B. thuringiensis*, but at a dose of 0.5 kg/ha each, provided 50.9% protection. Two applications of the same bacterial biopreparation, but at doses of 1.0 kg/ha, provided 60.3% protection against the pest.

**Keywords:** *Ostrinia nubilalis*, maize, biological control, *Trichogramma brassicae*, *Bacillus thuringiensis*

<sup>1</sup>Indywidualne gospodarstwo rolne, Szwałkowo 34A, 14-200 Iława

<sup>2</sup>Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy  
Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie, ul. Boya-Żeleńskiego 15, 35-105 Rzeszów

<sup>3</sup>Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy  
Terenowa Stacja Doświadczalna w Toruniu, ul. Pigwowa 16, 87-100 Toruń

\*corresponding author: p.beres@iortpib.poznan.pl

## Wstęp / Introduction

Ze względu na sposób użytkowania kukurydzy (*Zea mays* L.), w Polsce uprawia się obecnie jej cztery podgatunki: kukurydzę pastewną tzw. koński ząb (*Zea mays* ssp. *indentata*), kukurydzę szklistą tzw. zwyczajną (*Zea mays* ssp. *indurata*), a także kukurydzę cukrową (*Zea mays* ssp. *saccharata*) oraz kukurydzę pękającą (*Zea mays* ssp. *evarta*) (Klimek-Kopyra i wsp. 2012; Kotecki i wsp. 2020; Bereś 2021).

Udział kukurydzy w strukturze zasiewów roślin uprawnych jest wysoki, zarówno w Polsce, jak i na świecie. W naszym kraju areal zasiewów tej rośliny corocznie, od 2012 roku, przekracza milion hektarów, a w latach 2023–2024 wynosił nieco ponad 1,8 mln ha (Kotecki i wsp. 2020; PZPK 2023, 2024). Najwięcej kukurydzy uprawia się na południu i w środkowej części Polski, ale coraz więcej gospodarstw z północnej części kraju także decyduje się na jej uprawę, głównie na cele paszowe w związku z prowadzoną hodowlą zwierzęcą (Krasowicz i Madej 2020). Systematycznie wzrastający areal uprawy kukurydzy powoduje wzrost znaczenia licznych szkodników, chorób i chwastów. Ponadto, agrofagom sprzyja stosowanie uproszczeń w agrotechnice, w tym uprawa w wieloletnich monokulturach, rezygnowanie z rozdrabniania resztek pożniwnych, bezorkowe technologie uprawy roli, dobór do siewu odmian podatnych na organizmy szkodliwe, ubywanie z rynku substancji czynnych środków ochrony roślin, a także problemy techniczne z ochroną wysokich roślin. Liczne badania dowodzą także, że zagrożenie ze strony szkodników i patogenów wzrasta ze względu na zmieniające się warunki agroklimatyczne (Lisowicz i Tekiel 2004; Bereś i Pruszyński 2008; Bereś 2013, 2023; Bereś i wsp. 2019). W uprawie kukurydzy można aktualnie spotkać około 100 gatunków chwastów, 400 gatunków patogenów oraz 100 gatunków fitofagów (Korbas 2006; Bereś i Mrówczyński 2017; Bereś i wsp. 2019).

Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hübner) jest jednym z najpowszechniej występujących, a zarazem najgroźniejszych szkodników kukurydzy na świecie (EPPO 2002; Martel i wsp. 2003; CABI 2022; Régnier i wsp. 2023). W Polsce zasiewy tej rośliny uszkadza od lat 50. dwudziestego wieku, stopniowo przesuwając zasięg występowania z południa ku północy kraju (Kania 1962a, 1962b; Lisowicz 1995; Wałkowski i Bubniewicz 2004). Od 2009 roku *O. nubilalis* zasiedla wszystkie szesnaście województw, stanowiąc coraz większe zagrożenie dla upraw tej rośliny (Bereś i Konefał 2010, 2015; Bereś 2016a).

Lisowicz i Tekiel (2004) podają, że w rejonach intensywnej uprawy kukurydzy gąsienice *O. nubilalis* mogą uszkadzać od 50 do 80, a lokalnie nawet do 100% roślin, powodując straty w plonie ziarna na poziomie 20–30, a niekiedy 40%. Z badań Beresia (2013) wynika, że w rejonach wysokiego nasilenia omacnicy prosowianki oraz w razie za-

niechania zabiegów ochrony roślin szkodnik ten odpowiedzialny jest za zmniejszenie plonów nawet powyżej 2 ton ziarna z hektara. Za poważną szkodliwość związaną z żerowaniem gąsienic omacnicy uznaje się też ryzyko porażania uszkodzonych roślin przez patogeny, w tym toksynotwórcze grzyby z rodzaju *Fusarium* (Tekiel i wsp. 2005; Bereś i wsp. 2022; Nalepa i wsp. 2022).

W związku z rosnącą szkodliwością *O. nubilalis* na coraz większym obszarze Polski konieczne jest jej ograniczanie w oparciu o zasady integrowanej ochrony roślin (Mrówczyński 2013). Integrowana ochrona roślin, czy też promowana poprzez ekoschematy Integrowana Produkcja (IP), kładą duży nacisk na zastępowanie syntetycznych pestycydów środkami niechemicznymi, w tym biologicznymi (Bereś i wsp. 2013; Bereś 2024a). W Krajowym Planie Działania na lata 2023–2027, wyraźnie wskazuje się na kluczową rolę monitoringu agrofagów oraz wdrażanie na jego podstawie integrowanej ochrony roślin (Bereś 2024a).

W zasiewach kukurydzy pastewnej i cukrowej do ograniczania omacnicy prosowianki można zastosować biopreparaty z makroorganizmem, jakim jest kruszynek (*Trichogramma* spp.), który będąc oofagiem pasożytuje w jajach szkodnika (Bereś 2016a; Strażyński i wsp. 2024). Z kolei w uprawie kukurydzy cukrowej, która zaliczana jest do grupy warzyw, zarejestrowane są przeciwko wylęgającym się gąsienicom *O. nubilalis* biopreparaty zawierające bakterię *Bacillus thuringiensis* spp. *kurstaki* (Adamek i wsp. 2023; Bereś 2024b).

W związku z rosnącą szkodliwością omacnicy prosowianki na północy Polski podjęto badania, których celem było sprawdzenie skuteczności kruszynka gatunku *Trichogramma brassicae* Bezdenko oraz bakterii *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki* aplikowanych na kukurydzy pastewnej przeciwko *O. nubilalis*. Są to pierwsze tego typu badania nad skutecznością biologicznego ograniczania liczebności i szkodliwości *O. nubilalis* w tej części kraju.

## Materiały i metody / Materials and methods

Badania wykonano w latach 2021–2023, w indywidualnym gospodarstwie rolnym w Szalkowie koło Ławy (53°38'44"N, 19°35'2"E), w województwie warmińsko-mazurskim. Doświadczenie prowadzono na plantacji kukurydzy odmiany ES Perspective (FAO 240) uprawianej na cele ziarnowe. Od 2021 roku kukurydza uprawiana była w gospodarstwie w monokulturze. Poletka doświadczalne zostały wyodrębnione z większej powierzchni pola kukurydzy. Każde poletko miało powierzchnię 300 m<sup>2</sup> (15 m szerokości, 20 m długości). Pomiędzy poletkami wycinano po dwa rzędy kukurydzy jako pas buforowy. Doświadczenie założono w układzie bloków losowych w czterech powtórzeniach.

W badaniach porównywano skuteczność działania dwóch komercyjnych biopreparatów, dostępnych na pol-

skim rynku, przeznaczonych do ograniczania omacnicy prosowianki, tj. Trichosafe zawieszki (zawiera parazytoidea *Trichogramma brassicae* Bezd.) oraz Lepinox Plus (zawiera toksynę z *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, szczep EG 2348). Pierwszy służył do ograniczania liczby jaj szkodnika, a drugi przeciwko młodym gąsienicom. Oba biopreparaty stosowano na odrębnych poletkach celem weryfikacji ich skuteczności.

Terminy zabiegów ochrony roślin ustalano na podstawie monitoringu nalotów motyli omacnicy prosowianki za pomocą pułapki świetlnej o mocy 15 Wat, którą uruchamiano codziennie w okresie od końca maja do połowy sierpnia. Jako dodatkową metodę obserwacyjną wdrożono bezpośrednio obserwacje roślin na obecność jaj złożonych przez omacnicę prosowiankę, które wykonywano w czasie lotu samic 2–3 razy w tygodniu przeglądając każdorazowo po 400 roślin na plantacji.

Na podstawie prowadzonego monitoringu pojawu *O. nubilalis* ustalono terminy optymalnego zwalczania szkodnika. Biopreparat zawierający parazytooid z rodzaju *Trichogramma* aplikowano w terminach T0 oraz T1, natomiast wylęgające się z jaj gąsienice szkodnika zwalczano za pomocą *B. thuringiensis* w terminach T2 oraz T3:

- termin T0 – w zależności od roku termin ten przypadał w czasie, gdy kukurydza rozwijała od 7 do 9 liści właściwych (BBCH 17–19): 28 czerwca (2023), 29 czerwca (2022) oraz 1 lipca (2021),
- termin T1 – ukazywanie się drugiego lub czwartego kolanka (BBCH 32–34), aż do momentu wyłaniania się wiechy (BBCH 51–55): 10 lipca (2023), 9 lipca (2022) oraz 15 lipca (2021),
- termin T2 – ukazywanie się wiechy na kukurydzy (BBCH 51–55): 12 lipca (2023), 14 lipca (2022) oraz 15 lipca (2021),
- termin T3 – początek pylenia kukurydzy (BBCH 63–65): 22 lipca (2022, 2023) oraz 23 lipca (2021).

Biopreparat Trichosafe zawierał w sobie żywe larwy i poczwarki kruszynka. W doświadczeniu użyto kartonowych zawieszek z tym oofagiem, które umieszczano na najlepiej rozwiniętych liściach roślin. Trichosafe zastosowano w sezonie uprawowym w dwóch dawkach: 220 tys. imago/ha oraz 330 tys. osobników/ha w rozbiciu na dwa zabiegi, celem utrzymania większej liczby błonkówek w uprawie w okresach wydłużonego nalotu samic *O. nubilalis* i składania przez nie jaj. Kruszyńka uwalniano w następujących dawkach i terminach:

- aplikacja 110 tys. szt. imago/ha w terminie T0 + 110 tys. szt./ha w terminie T1,
- aplikacja 220 tys. szt. imago/ha w terminie T0 + 110 tys. szt./ha w terminie T1.

Drugim biopreparatem wykorzystanym do badań był Lepinox Plus. Dla celów doświadczalnych aplikowano go jedno- oraz dwukrotnie. Zastosowano pełną dawkę środka zalecaną przez producenta w ilości 1 kg/ha, jak również dla

celów doświadczalnych obniżono ją do 0,5 kg/ha celem weryfikacji jej skuteczności w stosunkowo nielicznej jeszcze populacji *O. nubilalis* w rejonie badań, co miało na celu obniżenie kosztów biologicznej ochrony. W doświadczeniu wykorzystano następujące dawki i terminy aplikacji biopreparatu Lepinox Plus:

- aplikacja jednorazowa w dawce 1,0 kg/ha w terminie T3,
- aplikacja dwukrotna: dawka 0,5 kg/ha w terminie T2 + 0,5 kg/ha w terminie T3,
- aplikacja dwukrotna: dawka 1,0 kg/ha w terminie T2 + 1,0 kg/ha w terminie T3.

Jako środek porównawczy do wdrożonej ochrony biologicznej zastosowano insektycyd chemiczny, który aplikowano jednokrotnie w sezonie wegetacyjnym kukurydzy w terminie T3. Użyto preparat Coragen 240 SC w dawce 0,125 l/ha, który jako substancję czynną zawiera chlorantraniliprol. Jest on zarejestrowany w zasiewach kukurydzy przeciwko *O. nubilalis*.

Do opryskiwania roślin preparatami nalistnymi zastosowano opryskiwacz doświadczalny Ap/1p ze stałym ciśnieniem roboczym. Przyjęto zużycie 300 l wody na 1 ha. Użyto rozpylacze antyznoszeniowe firmy TeeJet, dające opryskiwanie średniokropliste. Zabiegi wykonywano wieczorem, poza okresem intensywnego promieniowania UV.

Poletka kontrolne pozostawały bez jakiegokolwiek zwalczania szkodnika, niemniej wykonywano na nich dokładnie takie same zabiegi pielęgnacyjne, jak na pozostałych obiektach doświadczalnych.

Ocenę rozmiarów uszkodzeń roślin powodowanych przez omacnicę prosowiankę wraz z ustaleniem liczebności gąsienic na obiektach doświadczalnych wykonywano dwukrotnie w sezonie wegetacyjnym, w oparciu o zmodyfikowaną metodę EPPO nr PP 1/14(3):

- w dniach: 21.08.2021, 19.08.2022 oraz 21.08.2023, w czasie gdy rośliny kukurydzy znajdowały się w fazie woskowej dojrzałości ziarniaków (BBCH 83–85) obliczono procent roślin i kolb uszkodzonych przez gąsienice, a także ustalono średnią liczbę gąsienic żerującą na kolbach i w łodygach oraz średnią liczbę otworów w roślinie, jakie wygryzły w tkankach. W tym celu na każdym poletku rozcinało się 50 losowo wybranych roślin (po 200 sztuk z każdego obiektu),
- w dniach: 05.10.2021, 03.10.2022 oraz 09.10.2023, w fazie pełnej dojrzałości ziarna (BBCH 87–97) obliczono procent łodyg złamanych poniżej i powyżej kolby. Analizy prowadzono na 100 losowo wybranych roślinach z każdego poletka.

Plon ziarna kukurydzy z powierzchni doświadczalnych zebrano kombajnem w październiku, gdy rośliny osiągnęły dojrzałość fizjologiczną (BBCH 97). Zbiory przeprowadzono w następujących terminach: 23.10.2021, 18.10.2022 oraz 20.10.2023. Określono wilgotność ziarna w trakcie zbioru, a następnie plon przeliczono na tony z hektara, przy 15% zawartości wody w ziarniakach.

Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem programów: ARM 8 (Agriculture Research Manager) z dodatkiem ST 8 (Summary Across Trials), Statistica 10PL oraz Microsoft Office Excel 2023. Wykonano analizę wariancji dla układu jednoczynnikowego, według schematu losowanych bloków. Po odrzuceniu hipotezy zerowej, istotność różnic między średnimi sprawdzano za pomocą testu Tukeya dla  $p < 0,05$ . W tabelach wyników średnie należące do grup jednorodnych oznaczono tą samą literą alfabetu. Skuteczność zabiegów obliczono z wykorzystaniem równania Abbotta:

$$S = \frac{A - B}{A} \cdot 100\%,$$

gdzie:

S – skuteczność zabiegu [%],

A – szkodliwość/liczebność gatunku w kombinacji kontrolnej,

B – szkodliwość/liczebność gatunku w kombinacji chronionej.

Do syntezy wyników z poszczególnych lat badań zastosowano mieszany model analizy wariancji, który zakładał efekt stały dla czynnika doświadczalnego oraz efekt losowy dla roku badań. Istotność interakcji czynnika doświadczalnego z rokiem badań interpretowano jako istotny wpływ warunków agrometeorologicznych w sezonie wegetacyjnym na efekt działania czynnika doświadczalnego.

## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

W 2021 roku omacnica prosowianka uszkodziła na obiekcie kontrolnym 15,7% roślin kukurydzy oraz 9,7% kolb. U 6,7% roślin zaobserwowano złomy łodyg powyżej kolby, a u 1,4% poniżej miejsca osadzenia kolby. W jednej kolbie na obiekcie kontrolnym żerowało średnio 0,5 szt. gąsienic. W łodydze ich liczba była wyższa – średnio 0,8 szt. Obserwując rośliny stwierdzono także obecność w tkankach średnio 1,1 szt. otworów wygryzionych przez gąsienice (tab. 1, 2).

Dwukrotna aplikacja biopreparatu Trichosafe (w terminach T0 i T1) w dawce całkowitej 220 tys. kruszynek/ha pozwoliła istotnie obniżyć liczbę roślin uszkodzonych przez gąsienice o 53,3%, a kolb o 54,9% w porównaniu do kontroli. Mniej było także złomów łodyg powyżej i poniżej kolby odpowiednio o 74,0 i 62,8%. Na kolbach zanotowano także o 60,4% mniej gąsienic w porównaniu do kontroli, natomiast w łodygach było ich mniej o 40,4% (tab. 1, 2).

Aplikacja kruszynka w obu terminach, ale w dawce całkowitej 330 tys. błonkówek/ha pozwoliła w jeszcze lepszym stopniu niż zastosowanie 220 tys. kruszynek/ha obniżyć liczbę roślin i kolb uszkodzonych przez gąsienice. W porównaniu do kontroli było ich odpowiednio o 65,9 i 71,9% mniej. O ponad 80 i 90% obniżyła się także liczba złomów łodyg powyżej i poniżej kolby. Zmniejszyła

się również średnia liczba gąsienic żerująca w kolbie i łodydze odpowiednio o 82,8 i 58,7% (tab. 1, 2).

Jednokrotne, wieczorne opryskiwanie roślin biopreparatem Lepinox Plus w dawce rekomendowanej przez producenta (1,0 kg/ha) w terminie T3 przyniosło słabe efekty owadobójcze porównując otrzymane wyniki do tych, jakie uzyskano stosując kruszynka. Były to jednak różnice statystycznie istotne od kontroli. Liczbę roślin i kolb uszkodzonych przez gąsienice obniżono za pomocą tego zabiegu o nieco ponad 30% w porównaniu do obiektu bez jakiegokolwiek ochrony przed szkodnikiem (tab. 1, 2). Taka skuteczność była jednak zbyt niska, aby uznać ją za zadowalającą.

Zdecydowanie lepsze efekty w ograniczaniu szkodnika dało dwukrotne opryskiwanie roślin biopreparatem z *B. thuringiensis* w terminach T2 i T3. Zastosowanie dwóch dawek obniżonych o połowę (0,5 + 0,5 kg/ha) pozwoliło istotnie obniżyć liczbę roślin i kolb uszkodzonych przez gąsienice, odpowiednio o 47,9 i 41,8% w porównaniu do kontroli. Lepiej jednak od dawek obniżonych zadziałały opryski z użyciem dawek pełnych (1,0 + 1,0 kg). Takie rozwiązanie pozwoliło zabezpieczyć rośliny przed uszkodzeniami powodowanymi przez gąsienice na poziomie 58,5%, a kolby na poziomie 70,8% w porównaniu do kontroli. Przy dwóch opryskiwaniach roślin preparatem Lepinox Plus w zredukowanych dawkach obniżono liczbę gąsienic w kolbie o 69,0%, a w łodygach o 62,9%, natomiast przy pełnej dawce biopestycydu dwa zabiegi ochronne obniżyły liczbę larw w kolbie o 66,6%, a w łodydze o 72,5%. Na obu obiektach doświadczalnych, na których wdrożono dwa opryskiwania roślin białkiem bakteryjnym uzyskano bardzo dobrą skuteczność (powyżej 80%) w ograniczaniu liczby złomów łodyg powyżej i poniżej kolby (tab. 1, 2).

Ochrona chemiczna przy dość niskim nasileniu omacnicy prosowianki w 2021 roku wykazywała się ponad 90% skutecznością, zarówno w ograniczaniu liczby uszkodzonych roślin, kolb oraz złomów łodyg, jak również przy redukcji liczebności szkodnika w tkankach (tab. 1, 2).

Analiza plonu ziarna nie wykazała istotnych różnic pomiędzy kontrolą a obiektami chronionymi biologicznie i chemicznie, co wynikało zapewne z poziomu nasilenia szkodnika. Uzyskano wskutek zastosowanej ochrony biologicznej zwwyżki plonu ziarna maksymalnie do 0,4 t/ha (tab. 1, 2).

W 2022 roku na obiekcie kontrolnym, omacnica prosowianka charakteryzowała się wyższą szkodliwością niż w roku wcześniejszym. Zastosowanie *T. brassicae* w terminie T0 i T2 w dawce łącznej 220 tys. imago/ha obniżyło liczbę roślin uszkodzonych przez gąsienice o 65,5%, a kolb o 72,0% w porównaniu do kontroli. Lepsze efekty ograniczania szkodnika uzyskano jednak stosując ten sam biopreparat, ale w dawce podwyższonej do 330 tys. imago/ha. Pozwoliło to obniżyć liczbę roślin uszkodzonych przez *O. nubilalis* o 76,0%, a kolb o 86,6%, a także w lepszym stopniu zabezpieczyć łodygi przed złomami w porów-

**Tabela 1.** Efekty biologicznego zwalczania *Ostrinia nubilalis* w Szalkowie za pomocą biopreparatów Trichoplus i Lepinox Plus w 2021 roku  
**Table 1.** Effects of biological control of the *Ostrinia nubilalis* in Szalkowo by using *Trichogramma brassicae* and *Bacillus thuringiensis* in 2021

| Lp.<br>No.              | Preparat<br>Preparation | Dawka na ha<br>Dose per ha              | Termin zabiegu<br>Date of application |    |    |    | Średnia liczba uszkodzonych [%]<br>Mean number damaged [%] |      |               | Średnia liczba złamanych łodyg [%]<br>Mean number of broken stalks [%] |                                  |                                  |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|----|----|----|------------------------------------------------------------|------|---------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                         |                         |                                         | T0                                    | T1 | T2 | T3 | rośliny<br>plants                                          | AB   | kolby<br>cobs | AB                                                                     | powyżej<br>kolby<br>above<br>cob | poniżej<br>kolby<br>below<br>cob |
| 1.                      | Kontrola – Control      | –                                       | –                                     | –  | –  | –  | 15,78 a                                                    | 0,0  | 9,73 a        | 0,0                                                                    | 6,73 a                           | 0,0                              |
| 2.                      | Trichosafe              | 110 tys. szt. (T0) + 110 tys. szt. (T1) | +                                     | +  | –  | –  | 7,23 bc                                                    | 53,3 | 4,38 c        | 54,9                                                                   | 1,73 b                           | 74,0                             |
| 3.                      | Trichosafe              | 220 tys. szt. (T0) + 110 tys. szt. (T1) | +                                     | +  | –  | –  | 5,15 c                                                     | 65,9 | 2,73 d        | 71,9                                                                   | 1,10 bc                          | 84,3                             |
| 4.                      | Lepinox Plus            | 1,0 kg (T3)                             | –                                     | –  | –  | +  | 9,98 b                                                     | 32,3 | 6,23 b        | 35,5                                                                   | 1,35 bc                          | 78,9                             |
| 5.                      | Lepinox Plus            | 0,5 kg (T2) + 0,5 kg (T3)               | –                                     | –  | +  | +  | 7,73 bc                                                    | 47,9 | 5,65 b        | 41,8                                                                   | 1,00 bc                          | 84,2                             |
| 6.                      | Lepinox Plus            | 1,0 kg (T2) + 1,0 kg (T3)               | –                                     | –  | +  | +  | 5,98 c                                                     | 58,5 | 2,83 d        | 70,8                                                                   | 0,98 bc                          | 83,5                             |
| 7.                      | Coragen 200 SC          | 0,125 l (T3)                            | –                                     | –  | –  | +  | 0,90 d                                                     | 93,7 | 0,18 e        | 98,1                                                                   | 0,18 c                           | 97,1                             |
| NIR (0,05) – LSD (0,05) |                         |                                         |                                       |    |    |    | 3,02                                                       | –    | 1,26          | –                                                                      | 1,32                             | –                                |

Termin zabiegu – Date of application: T0 – 01.07.2021, T1 – 15.07.2021, T2 – 15.07.2021, T3 – 23.07.2021, AB – skuteczność według wzoru Abbotta – effectiveness of the treatment according to Abbott's formula  
Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się na poziomie istotności 5% (test Tukeya) – Means marked with the same letter do not differ at the 5% significance level (Tukey's test)

**Tabela 2.** Efekty biologicznego zwalczania *Ostrinia nubilalis* w Szalkowie za pomocą biopreparatów Trichoplus i Lepinox Plus w 2021 roku  
**Table 2.** Effects of biological control of the *Ostrinia nubilalis* in Szalkowo by using *Trichogramma brassicae* and *Bacillus thuringiensis* in 2021

| Lp.<br>No.              | Preparat<br>Preparation | Termin zabiegu<br>Date of application |    |    |    | Średnia liczba<br>otworów w roślinie<br>Mean number<br>of holes in plant |      | Średnia liczba gąsienic w roślinie [szt.]<br>Mean number of larvae in the plant [pcs] |      |          | Plon ziarna<br>Grain yield |        | Zwyżka plonu ziarna<br>Increase grain yield<br>[t/ha] |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----|----|----|--------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|----------------------------|--------|-------------------------------------------------------|
|                         |                         | T0                                    | T1 | T2 | T3 | [szt]<br>[pcs]                                                           | AB   | w kolbie<br>in cob                                                                    | AB   | AB       | w łodydze<br>in stalk      | AB     |                                                       |
| 1.                      | Kontrola – Control      | –                                     | –  | –  | –  | 1,10 a                                                                   | 0,0  | 0,55 a                                                                                | 0,0  | 0,88 a   | 0,0                        | 8,78 a | 0,00                                                  |
| 2.                      | Trichosafe              | +                                     | +  | –  | –  | 0,55 bc                                                                  | 46,6 | 0,20 bc                                                                               | 60,4 | 0,45 b   | 40,4                       | 9,18 a | 0,40                                                  |
| 3.                      | Trichosafe              | +                                     | +  | –  | –  | 0,38 cd                                                                  | 65,6 | 0,10 bc                                                                               | 82,8 | 0,35 bc  | 58,7                       | 9,10 a | 0,32                                                  |
| 4.                      | Lepinox Plus            | –                                     | –  | –  | +  | 0,65 b                                                                   | 35,0 | 0,30 b                                                                                | 40,0 | 0,55 b   | 25,0                       | 9,05 a | 0,27                                                  |
| 5.                      | Lepinox Plus            | –                                     | –  | +  | +  | 0,35 cd                                                                  | 66,4 | 0,15 bc                                                                               | 69,0 | 0,30 bcd | 62,9                       | 8,85 a | 0,07                                                  |
| 6.                      | Lepinox Plus            | –                                     | –  | +  | +  | 0,25 d                                                                   | 76,9 | 0,10 bc                                                                               | 66,6 | 0,18 cd  | 72,5                       | 9,10 a | 0,32                                                  |
| 7.                      | Coragen 200 SC          | –                                     | –  | –  | +  | 0,15 d                                                                   | 86,2 | 0,00 c                                                                                | 100  | 0,05 d   | 91,6                       | 9,23 a | 0,45                                                  |
| NIR (0,05) – LSD (0,05) |                         |                                       |    |    |    |                                                                          | 0,24 | –                                                                                     | –    | 0,26     | –                          | 0,72   | –                                                     |

Termin zabiegu – Date of application: T0 – 01.07.2021, T1 – 15.07.2021, T2 – 15.07.2021, T3 – 23.07.2021, AB – skuteczność według wzoru Abbotta – effectiveness of the treatment according to Abbott's formula  
Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się na poziomie istotności 5% (test Tukeya) – Means marked with the same letter do not differ at the 5% significance level (Tukey's test)

naniu do obiektu kontrolnego. Przy niższej dawce kruszyna istotnie zredukowano średnią liczbę gąsienic w kolbie o 39,6%, a w łodydze o 65,5%. Natomiast przy wyższej odpowiednio o 70,2 i 76,1% porównując otrzymane wyniki do obiektu kontrolnego (tab. 3, 4).

Podobnie, jak w roku wcześniejszym, jednokrotny zabieg w terminie T3 biopreparatem Lepinox Plus w pełnej dawce wykazał niezadowalającą skuteczność w ograniczaniu *O. nubilalis*, ale już dwa opryskiwania roślin wykonane w terminach T2 i T3 podniosły efektywność biologicznej ochrony kukurydzy przed szkodnikiem. Pozwoliły one obniżyć liczbę uszkodzonych roślin i kolb odpowiednio o 74,2% i 83,2%, ale także skutecznie zabezpieczyły kukurydzę przed złomami łodyg w porównaniu do kontroli (tab. 3, 4).

Ochrona chemiczna użyta w doświadczeniu jako obiekt porównawczy, podobnie jak w roku 2021, charakteryzowała się bardzo wysoką skutecznością w zabezpieczeniu roślin *Z. mays* przed szkodnikiem, pomimo zastosowania tylko jednego zabiegu (tab. 3, 4).

Analizując wysokość plonu ziarna zebranego w 2022 roku, to był on istotny od kontroli jedynie na obiekcie, na którym dwukrotnie użyto biopreparatu Lepinox Plus w pełnych dwóch dawkach oraz gdzie wdrożono zabieg chemiczny. Uzyskana wyżka plonu ziarna na obiektach chronionych biologicznie wynosiła od 0,2 do 0,5 t/ha (tab. 3, 4).

W 2023 roku szkodliwość omacnicy prosowianki w miejscu prowadzenia badań obniżyła się w porównaniu do roku 2022, na co mogły wpłynąć czynniki pogodowe. Pomimo niższego nasilenia pojawu szkodnika, biopreparat z *T. brassicae* aplikowany dwukrotnie (T0 i T1) w dawce całkowitej 220 tys. imago/ha zabezpieczył rośliny przed uszkodzeniami powodowanymi przez gąsienice jedynie na poziomie 45,7%, a kolby na poziomie 34,4%, ale były to różnice istotne statystycznie w porównaniu do kontroli. Zastosowany biopreparat obniżył liczbę gąsienic w kolbach i łodygach o nieco ponad 50% (tab. 5, 6).

Lepsze efekty ograniczania *O. nubilalis* uzyskano przy aplikacji wyższej dawki *T. brassicae*, tj. 330 tys. imago/ha. Na tym obiekcie doświadczalnym zabezpieczono rośliny i kolby przed szkodnikiem odpowiednio na poziomie 61,1 oraz 68,2%. Ponadto istotnie obniżono liczbę złamanych łodyg, na co złożyła się redukcja liczebności gąsienic w łodygach o 77,8% (tab. 5, 6).

W 2023 roku ponownie skuteczność jednokrotnego zastosowania preparatu Lepinox Plus w terminie T3 cechowała się niską skutecznością, co pokazuje, że nawet przy niskiej liczebności szkodnika, ta dawka biopreparatu aplikowana jednorazowo nie jest w stanie efektywnie ochronić kukurydzy przed fitofagiem. Użycie tego samego biopreparatu, ale w dawce obniżonej w postaci dwóch zabiegów nalistnych (T2 i T3), także w niewielkim stopniu pozwoliło zabezpieczyć rośliny i kolby przed *O. nubilalis*. Dopiero zastosowanie dwóch opryskiwań roślin z wykorzystaniem

preparatu Lepinox Plus, ale w pełnej dawce pozwoliło zabezpieczyć rośliny przed szkodnikiem na poziomie 48,3%, a kolby na poziomie 59,6% (tab. 5, 6).

Ochrona chemiczna z użyciem środka Coragen 200 SC w postaci jednokrotnego zabiegu w terminie T3 okazała się najefektywniejsza, gdyż obniżyła liczbę roślin i kolb uszkodzonych przez gąsienice odpowiednio o 85,6 i 91,9% (tab. 5, 6).

Plony ziarna zebrane z poszczególnych obiektów badawczych w 2023 roku nie różniły się statystycznie od kontroli. Na obiektach chronionych biologicznie uzyskano wyżkę plonu na poziomie 0,1–0,2 t/ha (tab. 5, 6).

Na podstawie syntezy z trzech lat badań można wskazać, że omacnica prosowianka na kukurydzy zwyczajnej odmiany ES Perspective uszkodziła średnio 19,1% roślin oraz 10,9% kolb. Doprowadziła do złomów łodyg powyżej i poniżej kolby odpowiednio u 6,8 i 0,9% roślin. W kolbach na obiekcie kontrolnym żerowało średnio 0,7 szt. gąsienic, a w łodygach średnio 0,8 szt. W tkankach larwy *O. nubilalis* wygryzły średnio 1 otwór w przeliczeniu na roślinę (tab. 7, 8).

Dwukrotna aplikacja *T. brassicae* w terminie T0 i T1 w dawce dzielonej, ale uwalniającej łącznie 220 tys. osobników/ha ograniczyła liczbę roślin uszkodzonych przez fitofaga o 54,8%, a kolb uszkodzonych o 53,8% w porównaniu do kontroli. Podwyższenie dawki kruszyna do 330 tys. imago/ha zabezpieczyło rośliny przed uszkodzeniami powodowanymi przez gąsienice na poziomie 67,7; natomiast kolby na poziomie 75,6%. Wyższa dawka całkowita *T. brassicae* w ponad 80% pozwoliła obniżyć liczbę złamanych łodyg, ale także w nieco ponad 70% redukowała liczebność gąsienic na kolbach i w łodygach w porównaniu do obiektu niechronionego (tab. 7, 8).

W analizowanym trzyleciu jednokrotna aplikacja białka bakteryjnego z *B. thuringiensis* w terminie T3 w pełnej dawce (1,0 kg/ha) nawet przy dość niskim nasileniu omacnicy prosowianki nie pozwalała na skuteczne zabezpieczenie roślin przed fitofagiem. Dwukrotne (T2 i T3) opryskiwanie roślin środkiem Lepinox Plus w dawkach obniżonych o połowę pozwoliło z kolei ograniczyć liczbę roślin uszkodzonych przez *O. nubilalis* na poziomie 50,9%, a kolb na poziomie 46,0%. Dopiero zastosowanie dwóch opryskiwań kukurydzy pełną dawką biopreparatu w 60,3% zabezpieczyło rośliny przed szkodnikiem, a kolby na poziomie 71,2%. Takie rozwiązanie pozwoliło także zredukować liczebność gąsienic w kolbach i łodygach średnio o 72–73% (tab. 7, 8).

Ochrona chemiczna zastosowana w badaniach dla celów porównawczych charakteryzowała się w latach 2021–2023 bardzo wysoką skutecznością pomimo wykonania tylko jednego zabiegu opryskiwania roślin. Dla większości analizowanych parametrów szkodliwości fitofaga ta skuteczność przekraczała 90% (tab. 7, 8).

Statystycznie wyższe plony ziarna w porównaniu do kontroli w analizowanym trzyleciu obok obiektu chronionego chemicznie uzyskano na poletkach, na których stosowa-

**Tabela 3.** Efekty biologicznego zwalczania *Ostrinia nubilalis* w Szalkowie za pomocą biopreparatów Trichoplus i Lepinox Plus w 2022 roku  
**Table 3.** Effects of biological control of the *Ostrinia nubilalis* in Szalkowo by using *Trichogramma brassicae* and *Bacillus thuringiensis* in 2022

| Lp.<br>No.              | Preparat<br>Preparation | Dawka na ha<br>Dose per ha              | Termin zabiegu<br>Date of application |   |   |   | Średnia liczba uszkodzonych [%]<br>Mean number damaged [%] |      |         |      | Średnia liczba złamanych łodyg [%]<br>Mean number of broken stalks [%] |      |         |      |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|------------------------------------------------------------|------|---------|------|------------------------------------------------------------------------|------|---------|------|
|                         |                         |                                         | T0 T1 T2 T3                           |   |   |   | rośliny<br>plants                                          |      |         |      | powyżej<br>kolby<br>above cob                                          |      |         |      |
|                         |                         |                                         | AB                                    |   |   |   | AB                                                         |      |         |      | AB                                                                     |      |         |      |
| 1.                      | Kontrola – Control      | –                                       | –                                     | – | – | – | 24,80 a                                                    | 0,0  | 14,03 a | 0,0  | 8,15 a                                                                 | 0,0  | 0,75 a  | 0,0  |
| 2.                      | Trichosafe              | 110 tys. szt. (T0) + 110 tys. szt. (T1) | +                                     | + | – | – | 8,53 c                                                     | 65,5 | 3,85 d  | 72,0 | 2,28 c                                                                 | 71,9 | 0,23 bc | 61,1 |
| 3.                      | Trichosafe              | 220 tys. szt. (T0) + 110 tys. szt. (T1) | +                                     | + | – | – | 5,85 d                                                     | 76,0 | 1,85 ef | 86,6 | 1,03 d                                                                 | 86,9 | 0,10 bc | 80,0 |
| 4.                      | Lepinox Plus            | 1,0 kg (T3)                             | –                                     | – | – | + | 13,60 b                                                    | 44,8 | 9,40 b  | 32,8 | 3,15 b                                                                 | 60,8 | 0,35 bc | 32,8 |
| 5.                      | Lepinox Plus            | 0,5 kg (T2) + 0,5 kg (T3)               | –                                     | – | + | + | 8,35 cd                                                    | 66,4 | 5,85 c  | 57,5 | 1,60 cd                                                                | 79,5 | 0,40 ab | 45,3 |
| 6.                      | Lepinox Plus            | 1,0 kg (T2) + 1,0 kg (T3)               | –                                     | – | + | + | 6,23 cd                                                    | 74,2 | 2,40 de | 83,2 | 1,03 d                                                                 | 87,2 | 0,10 bc | 89,0 |
| 7.                      | Coragen 200 SC          | 0,125 l (T3)                            | –                                     | – | – | + | 1,78 e                                                     | 92,8 | 0,35 f  | 97,6 | 0,05 e                                                                 | 99,4 | 0,00 c  | 100  |
| NIR (0,05) – LSD (0,05) |                         |                                         | 2,55                                  |   |   |   | –                                                          |      |         |      | –                                                                      |      |         |      |
|                         |                         |                                         | 1,74                                  |   |   |   | –                                                          |      |         |      | 0,87                                                                   |      |         |      |

Termin zabiegu – Date of application: T0 – 29.06.2022, T1 – 09.07.2022, T2 – 14.07.2022, T3 – 22.07.2022, AB – skuteczność według wzoru Abbotta – effectiveness of the treatment according to Abbott's formula  
Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się na poziomie istotności 5% (test Tukeya) – Means marked with the same letter do not differ at the 5% significance level (Tukey's test)

**Tabela 4.** Efekty biologicznego zwalczania *Ostrinia nubilalis* w Szalkowie za pomocą biopreparatów Trichoplus i Lepinox Plus w 2022 roku  
**Table 4.** Effects of biological control of the *Ostrinia nubilalis* in Szalkowo by using *Trichogramma brassicae* and *Bacillus thuringiensis* in 2022

| Lp.<br>No.              | Preparat<br>Preparation | Termin zabiegu<br>Date of application |    |    |    | Średnia liczba<br>otworów<br>w roślinie<br>Mean number<br>of holes in plant |      | Średnia liczba gąsienic w roślinie [szt.]<br>Mean number of larvae in the plant [pcs] |      |         | Plon ziarna<br>Grain yield |         | Zwyżka plonu ziarna<br>Increase grain yield<br>[t/ha] |      |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----|----|----|-----------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|----------------------------|---------|-------------------------------------------------------|------|
|                         |                         |                                       |    |    |    | [szt.]<br>[pcs]                                                             | AB   | w kolbie<br>in cob                                                                    |      | AB      | AB                         | [t/ha]  |                                                       | AB   |
|                         |                         | T0                                    | T1 | T2 | T3 |                                                                             |      |                                                                                       |      |         |                            |         |                                                       |      |
| 1.                      | Kontrola – Controla     | –                                     | –  | –  | –  | 1,25 a                                                                      | 0,0  | 1,05 a                                                                                | 0,0  | 1,00 a  | 0,0                        | 7,93 b  | 0,0                                                   | 0,0  |
| 2.                      | Trichosafe              | +                                     | +  | –  | –  | 0,45 bc                                                                     | 62,4 | 0,63 b                                                                                | 39,6 | 0,30 bc | 65,5                       | 8,23 ab | 3,8                                                   | 0,30 |
| 3.                      | Trichosafe              | +                                     | +  | –  | –  | 0,28 cd                                                                     | 77,3 | 0,30 cd                                                                               | 70,2 | 0,23 bc | 76,1                       | 8,38 ab | 5,9                                                   | 0,45 |
| 4.                      | Lepinox Plus            | –                                     | –  | –  | +  | 0,55 b                                                                      | 55,5 | 0,60 b                                                                                | 39,4 | 0,38 b  | 60,8                       | 8,13 ab | 2,6                                                   | 0,20 |
| 5.                      | Lepinox Plus            | –                                     | –  | +  | +  | 0,30 bcd                                                                    | 73,7 | 0,50 bc                                                                               | 51,3 | 0,25 bc | 69,4                       | 8,30 ab | 5,0                                                   | 0,37 |
| 6.                      | Lepinox Plus            | –                                     | –  | +  | +  | 0,30 bcd                                                                    | 75,6 | 0,23 cd                                                                               | 80,1 | 0,25 bc | 74,4                       | 8,48 a  | 7,0                                                   | 0,55 |
| 7.                      | Coragen 200 SC          | –                                     | –  | –  | +  | 0,05 d                                                                      | 96,6 | 0,08 d                                                                                | 94,2 | 0,05 c  | 94,4                       | 8,45 a  | 6,8                                                   | 0,52 |
| NIR (0,05) – LSD (0.05) |                         |                                       |    |    |    | 0,26                                                                        | –    | 0,28                                                                                  | –    | 0,25    | –                          | 0,49    | –                                                     | –    |

Termin zabiegu – Date of application: T0 – 29.06.2022, T1 – 09.07.2022, T2 – 14.07.2022, T3 – 22.07.2022, AB – skuteczność według wzoru Abbotta – effectiveness of the treatment according to Abbott's formula  
Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się na poziomie istotności 5% (test Tukeya) – Means marked with the same letter do not differ at the 5% significance level (Tukey's test)

**Tabela 5.** Efekty biologicznego zwalczania *Ostrinia nubilalis* w Szalkowie za pomocą biopreparatów Trichoplus i Lepinox Plus w 2023 roku  
**Table 5.** Effects of biological control of the *Ostrinia nubilalis* in Szalkowo by using *Trichogramma brassicae* and *Bacillus thuringiensis* in 2023

| Lp.<br>No.              | Preparat<br>Preparation | Dawka na ha<br>Dose per ha              | Termin zabiegu<br>Date of application |    |    |    | Średnia liczba uszkodzonych [%]<br>Mean number damaged [%] |      |               | Średnia liczba złamanych łodyg [%]<br>Mean number of broken stalks [%] |                            |                            |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|----|----|----|------------------------------------------------------------|------|---------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                         |                         |                                         | T0                                    | T1 | T2 | T3 | rośliny<br>plants                                          | AB   | kolby<br>cobs | AB                                                                     | powyżej kolby<br>above cob | poniżej kolby<br>below cob |
| 1.                      | Kontrola – Controla     | –                                       | –                                     | –  | –  | –  | 16,73 a                                                    | 0,0  | 9,03 a        | 0,0                                                                    | 5,68 a                     | 0,0                        |
| 2.                      | Trichosafe              | 110 tys. szt. (T0) + 110 tys. szt. (T1) | +                                     | +  | –  | –  | 9,03 bc                                                    | 45,7 | 5,90 b        | 34,4                                                                   | 2,23 c                     | 60,8                       |
| 3.                      | Trichosafe              | 220 tys. szt. (T0) + 110 tys. szt. (T1) | +                                     | +  | –  | –  | 6,43 d                                                     | 61,1 | 2,85 d        | 68,2                                                                   | 0,90 de                    | 83,9                       |
| 4.                      | Lepinox Plus            | 1,0 kg (T3)                             | –                                     | –  | –  | +  | 11,23 b                                                    | 32,8 | 5,40 b        | 39,9                                                                   | 3,28 b                     | 43,1                       |
| 5.                      | Lepinox Plus            | 0,5 kg (T2) + 0,5 kg (T3)               | –                                     | –  | +  | +  | 10,23 bc                                                   | 38,4 | 5,55 b        | 38,6                                                                   | 2,30 bc                    | 59,6                       |
| 6.                      | Lepinox Plus            | 1,0 kg (T2) + 1,0 kg (T3)               | –                                     | –  | +  | +  | 8,48 cd                                                    | 48,3 | 3,65 c        | 59,6                                                                   | 1,48 cd                    | 74,5                       |
| 7.                      | Coragen 200 SC          | 0,125 l (T3)                            | –                                     | –  | –  | +  | 2,35 e                                                     | 85,6 | 0,73 e        | 91,9                                                                   | 0,23 e                     | 96,0                       |
| NIR (0,05) – LSD (0,05) |                         |                                         |                                       |    |    |    | 2,27                                                       | –    | 0,69          | –                                                                      | 1,02                       | 0,30                       |

Termin zabiegu – Date of application: T0 – 28.06.2023, T1 – 10.07.2023, T2 – 12.07.2023, T3 – 22.07.2023, AB – skuteczność według wzoru Abbotta – effectiveness of the treatment according to Abbott's formula  
Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się na poziomie istotności 5% (test Tukeya) – Means marked with the same letter do not differ at the 5% significance level (Tukey's test)

**Tabela 6.** Efekty biologicznego zwalczania *Ostrinia nubilalis* w Szalkowie za pomocą biopreparatów Trichoplus i Lepinox Plus w 2023 roku  
**Table 6.** Effects of biological control of the *Ostrinia nubilalis* in Szalkowo by using *Trichogramma brassicae* and *Bacillus thuringiensis* in 2023

| Lp.<br>No.              | Preparat<br>Preparation | Termin zabiegu<br>Date of application |    |    |    | Średnia liczba otworów<br>w roślinie<br>Mean number<br>of holes in plant |      |                    | Średnia liczba gąsienic w roślinie [szt.]<br>Mean number of larvae in the plant [pcs] |                       |      | Plon ziarna<br>Grain yield |     | Zwyżka<br>plonu ziarna<br>Increase<br>grain yield<br>[t/ha] |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----|----|----|--------------------------------------------------------------------------|------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|----------------------------|-----|-------------------------------------------------------------|
|                         |                         | T0                                    | T1 | T2 | T3 | [szt.]<br>[pcs]                                                          | AB   | w kolbie<br>in cob | AB                                                                                    | w łodydze<br>in stalk | AB   | [t/ha]                     | AB  |                                                             |
| 1.                      | Kontrola – Controla     | –                                     | –  | –  | –  | 0,85 a                                                                   | 0,0  | 0,63 a             | 0,0                                                                                   | 0,70 a                | 0,0  | 7,43 a                     | 0,0 | 0,0                                                         |
| 2.                      | Trichosafe              | +                                     | +  | –  | –  | 0,33 bc                                                                  | 56,8 | 0,30 bc            | 51,7                                                                                  | 0,28 bc               | 58,2 | 7,60 a                     | 2,5 | 0,17                                                        |
| 3.                      | Trichosafe              | +                                     | +  | –  | –  | 0,23 c                                                                   | 72,8 | 0,23 c             | 61,6                                                                                  | 0,15 cd               | 77,8 | 7,80 a                     | 5,4 | 0,37                                                        |
| 4.                      | Lepinox Plus            | –                                     | –  | –  | +  | 0,50 b                                                                   | 40,1 | 0,40 b             | 31,3                                                                                  | 0,35 b                | 47,8 | 7,55 a                     | 2,4 | 0,12                                                        |
| 5.                      | Lepinox Plus            | –                                     | –  | +  | +  | 0,35 bc                                                                  | 56,5 | 0,25 bc            | 58,4                                                                                  | 0,30 bc               | 54,5 | 7,60 a                     | 2,8 | 0,17                                                        |
| 6.                      | Lepinox Plus            | –                                     | –  | +  | +  | 0,30 bc                                                                  | 68,6 | 0,18 cd            | 70,6                                                                                  | 0,20 bc               | 72,8 | 7,68 a                     | 3,8 | 0,25                                                        |
| 7.                      | Coragen 200 SC          | –                                     | –  | –  | +  | 0,10 c                                                                   | 85,7 | 0,05 d             | 92,8                                                                                  | 0,00 d                | 100  | 7,73 a                     | 4,8 | 0,30                                                        |
| NIR (0,05) – LSD (0,05) |                         |                                       |    |    |    |                                                                          | 0,26 | 0,15               | –                                                                                     | 0,17                  | –    | 0,51                       | –   | –                                                           |

Termin zabiegu – Date of application: T0 – 28.06.2023, T1 – 10.07.2023, T2 – 12.07.2023, T3 – 22.07.2023, AB – skuteczność według wzoru Abbotta – effectiveness of the treatment according to Abbott's formula  
Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się na poziomie istotności 5% (test Tukeya) – Means marked with the same letter do not differ at the 5% significance level (Tukey's test)

no kruszynka w dawce 330 tys. imago/ha, a także na obiekcie chronionym dwukrotnie za pomocą *B. thuringiensis* w dawce 1,0 kg/ha. Uzyskana zwyżka plonu na obiektach chronionych biologicznie w porównaniu do kontroli kształtowała się w trzyleciu w przedziale 0,2–0,3 t/ha (tab. 7, 8).

Wykonana analiza statystyczna dotycząca interakcji pomiędzy obiektem badawczym a latami badań wskazała na istotne różnice tylko dla dwóch ocenianych parametrów szkodliwości gatunku, tj. średniej liczby uszkodzonych kolb oraz średniej liczby złamanych łodyg powyżej kolby (tab. 7, 8).

Jak podają Beres i wsp. (2022), od 2009 roku *O. nubilalis* jest stwierdzana na obszarze całej Polski, w tym w województwie warmińsko-mazurskim. Niemniej Baran i wsp. (2022) wskazują, że mogła być ona już obecna w tej części kraju od 2006 roku, ale albo nie powodowała jeszcze żadnych uszkodzeń roślin, albo dochodziły one maksymalnie do 5% roślin uszkodzonych.

W badaniach własnych wykonanych w latach 2021–2023, szkodliwość gąsienic tego motyla dla roślin uprawianych na obiekcie kontrolnym wynosiła od 15,7 do 24,8% roślin. Była ona zatem dużo niższa od tej jaką zanotował Beres (2016a) na Podkarpaciu, gdzie warunki glebowo-klimatyczne są bardziej sprzyjające gatunkom ciepłolubnym, do których jest zaliczana omacnica prosowianka. Zaobserwowana szkodliwość *O. nubilalis* w okolicach Iławy była jednak kilkukrotnie wyższa od tej jaką przytaczają Baran i wsp. (2022) dla całego województwa warmińsko-mazurskiego, co może wskazywać na rosnące znaczenie gospodarcze fitofaga w tej części kraju.

O rosnącym zagrożeniu ze strony gatunku dla kukurydzy w okolicach Iławy informują wcześniejsze badania Kontowskiego i Beresia (2023), wykonane w latach 2020–2023 w Szalkowie i Tynwałdzie, w ramach których prowadzono odłow motyli *O. nubilalis* na kukurydzy do pułapek świetlnych. W analizowanym czteroleciu autorzy odławiali od 142 do 245 szt. motyli (w całym sezonie lotów szkodnika), przy czym samice stanowiły aż 63,4–72,5% udziału w populacji. Dominacja samic wskazuje na potencjalny wzrost szkodliwości gatunku, jeżeli uwzględni się jego płodność. Jak podają Beres (2016a) oraz CABI (2022), całkowita płodność jednej samicy to 800–900 jaj, przy czym średnio jest to 400–600 jaj, co pozwala gatunkowi dość szybko zwiększać swoją liczebność w sprzyjających jego rozwojowi warunkach środowiska. Tratwal i Beres (2016) wskazują, że progiem ekonomicznego zagrożenia ze strony *O. nubilalis* na kukurydzy jest uszkodzenie w roku wcześniejszym co najmniej 15% roślin w uprawie na ziarno lub 30–40% w uprawie na kiszonkę lub CCM, bądź też znalezienie w trakcie bieżących obserwacji średnio 6–8 złóż jaj na 100 roślinach. Zaobserwowana szkodliwość gatunku na obiekcie kontrolnym w badaniach własnych wskazuje na przekroczenie progu szkodliwości, co uzasadnia ogranicza-

nie gatunku za pomocą zalecanych metod, w tym z użyciem metody biologicznej.

Dla rolników z Warmii i Mazur, *O. nubilalis* jest stosunkowo nowym szkodnikiem. Wydaje się, że mogą oni nie zdawać sobie sprawy, jak pewne zaniechania w produkcji polowej, choćby uprawa w monokulturze, czy też uproszczona uprawa roli, wspomaga rozwój fitofaga. Szkodliwość omacnicy prosowianki wzrasta wraz z upływem lat, o czym przekonują badania prowadzone na Podkarpaciu (miejscowość Krzeczowice) w latach 1994–2011 prowadzone przez Lisowicza (2003) oraz Beresia (2012a). Przykładowo, w 1994 roku stwierdzono, że gąsienice uszkadzały jedynie 2,7% roślin, natomiast w 2011 roku zanotowano uszkodzenia 87,5% roślin. Warto nadmienić, że w analizowanym 18-leciu zaobserwowano bardzo wysoką szkodliwość gatunku w latach 2002–2007, gdy procent roślin uszkodzonych przez *O. nubilalis* wynosił od 90,5 (rok 2007) do 98,5% (rok 2003).

W pracach dotyczących innych rejonów Polski wykazano, że omacnica prosowianka na Opolszczyźnie w 2004 roku uszkodziła średnio 45,8% roślin (Żołnierz i Hurej 2005). Haliniarz i Bojarczyk (2007) na Lubelszczyźnie w 2006 roku wykazali uszkadzanie do 40,5% roślin. W województwie wielkopolskim, Sulewska i Ptaszyńska (2007) w latach 2002–2006 notowały od 2,9 do 18,8% uszkodzonych roślin. Z tego samego województwa pochodzą dane od Szymańskiej i wsp. (2011), którzy w latach 2009–2010 stwierdzali uszkadzanie przez gąsienice od 0,6 do 4,9% roślin oraz od Wałkowskiego i Bubniewicza (2004), którzy w 2003 roku zanotowali uszkodzenie 27,5% roślin. Szulc (2013) w ramach badań prowadzonych w Wielkopolsce, w latach 2009–2011 podawał 2,3 do 6,4% uszkodzonych roślin kukurydzy. W innym doświadczeniu, przeprowadzonym w latach 2010–2013, Szulc i wsp. (2014) stwierdzali uszkadzanie od 0,7 do 7,5% roślin. Z badań Artyszaka i wsp. (2025) wykonanych w latach 2023–2024 w miejscowości Kraski, wynika z kolei, że omacnica prosowianka uszkadzała średnio 13,4 i 17,7% roślin.

Wyniki dotyczące skuteczności biologicznego ograniczania *O. nubilalis* w warunkach glebowo-klimatycznych Warmii i Mazur można porównać z danymi uzyskanymi w badaniach przeprowadzonych w innych rejonach kraju. W badaniach Beresia i Lisowicza (2005), które wykonano w latach 1996–1997 oraz w 2023 roku na Podkarpaciu w miejscowości Głuchów, zanotowano uszkadzanie przez *O. nubilalis* od 5,3 do 96,0% roślin, na których nie prowadzono ochrony przed tym gatunkiem. Dwukrotne użycie w sezonie wegetacyjnym kukurydzy biopreparatów zawierających mieszaninę trzech gatunków kruszynka, tj. *T. embryophagum* + *T. evanescens* oraz *T. evanescens* + *T. pintoi*, cechowało się zróżnicowaną skutecznością w ograniczaniu omacnicy prosowianki (zmniejszenie liczby uszkodzonych roślin wynosiło od 22,9 do 59,0%). Lisowicz i Kot (1999) we wcześniejszych badaniach prowadzonych w Głuchowie,

**Tabela 7.** Efekty biologicznego zwalczania *Ostrinia nubilalis* w Szalkowie za pomocą biopreparatów Trichoplus i Lepinox Plus – synteza z trzech lat  
**Table 7.** Effects of biological control of the *Ostrinia nubilalis* in Szalkowo by using *Trichogramma brassicae* and *Bacillus thuringiensis* – a three-year synthesis

| Lp.<br>No.                                              | Preparat<br>Preparation | Dawka na ha<br>Dose per ha              | Termin zabiegu<br>Date of application |    |    |    | Średnia liczba uszkodzonych [%]<br>Mean number damaged [%] |      |               | Średnia liczba złamanych łodyg [%]<br>Mean number of broken stalks [%] |                               |                               |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|----|----|----|------------------------------------------------------------|------|---------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                                         |                         |                                         | T0                                    | T1 | T2 | T3 | rośliny<br>plants                                          | AB   | kolby<br>cobs | AB                                                                     | powyżej<br>kolby<br>above cob | poniżej<br>kolby<br>below cob |
| 1.                                                      | Kontrola – Controla     | –                                       | –                                     | –  | –  | –  | 19,1 a                                                     | 0,0  | 10,93 a       | 0,0                                                                    | 6,85 a                        | 0,0                           |
| 2.                                                      | Trichosafe              | 110 tys. szt. (T0) + 110 tys. szt. (T1) | +                                     | +  | –  | –  | 8,26 cd                                                    | 54,8 | 4,71 d        | 53,8                                                                   | 2,08 bc                       | 0,35 b                        |
| 3.                                                      | Trichosafe              | 220 tys. szt. (T0) + 110 tys. szt. (T1) | +                                     | +  | –  | –  | 5,81 e                                                     | 67,7 | 2,48 e        | 75,6                                                                   | 1,01 e                        | 0,13 cd                       |
| 4.                                                      | Lepinox Plus            | 1,0 kg (T3)                             | –                                     | –  | –  | +  | 11,6 b                                                     | 36,6 | 7,01 b        | 36,0                                                                   | 2,59 b                        | 0,35 b                        |
| 5.                                                      | Lepinox Plus            | 0,5 kg (T2) + 0,5 kg (T3)               | –                                     | –  | +  | +  | 8,77 c                                                     | 50,9 | 5,68 c        | 46,0                                                                   | 1,63 cd                       | 0,27 bc                       |
| 6.                                                      | Lepinox Plus            | 1,0 kg (T2) + 1,0 kg (T3)               | –                                     | –  | +  | +  | 6,89 de                                                    | 60,3 | 2,96 e        | 71,2                                                                   | 1,16 de                       | 0,09 cd                       |
| 7.                                                      | Coragen 200 SC          | 0,125 l (T3)                            | –                                     | –  | –  | +  | 1,68 f                                                     | 90,7 | 0,42 f        | 95,8                                                                   | 0,15 f                        | 0,00 d                        |
| NIR (0,05) – LSD (0,05)                                 |                         |                                         | 1,44                                  |    |    |    | –                                                          |      |               | 0,59                                                                   |                               |                               |
| Interakcja: obiekt × lata – Interaction: object × years |                         |                                         | r.n.                                  |    |    |    | r.i.                                                       |      |               | r.i.                                                                   |                               |                               |

Termin zabiegu – Date of application: T0 – 28.06.2023, 20.06.2022, 01.07.2021; T1 – 09.07.2022, 10.07.2023, 15.07.2021; T2 – 12.07.2023, 14.07.2022, 15.07.2021; T3 – 22.07.2023, 22.07.2022, 23.07.2021  
AB – skuteczność według wzoru Abbotta – effectiveness of the treatment according to Abbott's formula  
r.n. – różnica nieistotna – not significant difference, r.i. – różnica istotna – significant difference  
Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się na poziomie istotności 5% (test Tukeya) – Means marked with the same letter do not differ at the 5% significance level (Tukey's test)

**Tabela 8.** Efekty biologicznego zwalczania *Ostrinia nubilalis* w Szalkowie za pomocą biopreparatów Trichoplus i Lepinox Plus – synteza z trzech lat  
**Table 8.** Effects of biological control of the *Ostrinia nubilalis* in Szalkowo by using *Trichogramma brassicae* and *Bacillus thuringiensis* – a three-year synthesis

| Lp.<br>No.                                              | Preparat<br>Preparation | Termin zabiegu<br>Date of application |      |    |    | Średnia liczba otworów w roślinie<br>Mean number of holes in plant |      |                    | Średnia liczba gąsienic w roślinie [szt.]<br>Mean number of larvae in the plant [pcs] |                       |      | Plon ziarna<br>Grain yield |      | Zwyżka plonu ziarna<br>Increase grain yield<br>[t/ha] |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------|----|----|--------------------------------------------------------------------|------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|----------------------------|------|-------------------------------------------------------|
|                                                         |                         | T0                                    | T1   | T2 | T3 | [szt.]<br>[pcs]                                                    | AB   | w kolbie<br>in cob | AB                                                                                    | w łodydze<br>in stalk | AB   | [t/ha]                     | AB   |                                                       |
| 1.                                                      | Kontrola – Controla     | –                                     | –    | –  | –  | 1,07 a                                                             | 0,0  | 0,74 a             | 0,0                                                                                   | 0,86 a                | 0,0  | 8,04 b                     | 0,0  | 0,0                                                   |
| 2.                                                      | Trichosafe              | +                                     | +    | –  | –  | 0,44 bc                                                            | 55,3 | 0,38 bc            | 50,6                                                                                  | 0,34 bc               | 54,7 | 8,33 ab                    | 3,69 | 0,29                                                  |
| 3.                                                      | Trichosafe              | +                                     | +    | –  | –  | 0,29 d                                                             | 71,9 | 0,21 de            | 71,5                                                                                  | 0,24 cd               | 70,9 | 8,43 a                     | 5,25 | 0,39                                                  |
| 4.                                                      | Lepinox Plus            | –                                     | –    | –  | +  | 0,57 b                                                             | 43,5 | 0,43 b             | 36,9                                                                                  | 0,43 b                | 44,5 | 8,24 ab                    | 2,91 | 0,20                                                  |
| 5.                                                      | Lepinox Plus            | –                                     | –    | +  | +  | 0,33 cd                                                            | 65,6 | 0,3 cd             | 59,6                                                                                  | 0,28 cd               | 62,2 | 8,25 ab                    | 3,09 | 0,21                                                  |
| 6.                                                      | Lepinox Plus            | –                                     | –    | +  | +  | 0,28 d                                                             | 73,7 | 0,17 e             | 72,4                                                                                  | 0,21 d                | 73,2 | 8,42 a                     | 5,01 | 0,38                                                  |
| 7.                                                      | Coragen 200 SC          | –                                     | –    | –  | +  | 0,1 e                                                              | 89,5 | 0,04 f             | 95,7                                                                                  | 0,03 e                | 95,3 | 8,47 a                     | 5,82 | 0,43                                                  |
| NIR (0,05) – LSD (0,05)                                 |                         |                                       | 0,14 |    |    |                                                                    | –    |                    |                                                                                       | 0,12                  |      |                            | –    |                                                       |
| Interakcja: obiekt × lata – Interaction: object × years |                         |                                       | r.n. |    |    |                                                                    | r.n. |                    |                                                                                       | r.n.                  |      |                            | –    |                                                       |

Termin zabiegu – Date of application: T0 – 28.06.2023, 20.06.2022, 01.07.2021; T1 – 09.07.2022, 10.07.2023, 15.07.2021; T2 – 12.07.2023, 14.07.2022, 15.07.2021; T3 – 22.07.2023, 22.07.2022, 23.07.2021  
AB – skuteczność według wzoru Abbotta – effectiveness of the treatment according to Abbott's formula  
r.n. – różnica nieistotna – not significant difference  
Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się na poziomie istotności 5% (test Tukeya) – Means marked with the same letter do not differ at the 5% significance level (Tukey's test)

także zastosowali *T. embryophagum* + *T. evanescens* i poprzez jednokrotną introdukcję entomofaga obniżyli liczbę roślin uszkodzonych przez gąsienice o 42%, natomiast przy dwóch wyłożeniach już o 57,8%. Beres (2008) w 2004 i 2006 roku ponownie w miejscowości Głuchów testował dwukrotną aplikację *T. evanescens* + *T. pinto*i przeciwko *O. nubilalis*, która w tym czasie na kontroli uszkodziła 71,5–89,0% roślin. Przy takiej szkodliwości gąsienic uzyskał obniżkę liczby uszkodzonych roślin w zakresie od 38,5 do 54,9%. Jednocześnie cytowany autor wskazał, że uzyskana w doświadczeniu niska efektywność kruszynka, którą zaobserwował w 2006 roku, mogła być spowodowana wpływem pogody na lot samic *O. nubilalis*, bądź gorszą jakością biopreparatu, który wówczas zakupiono w Czechach.

W kolejnych badaniach Beresia (2013) przeprowadzonych w Głuchowie w latach 2010–2012, stwierdzono szkodliwość *O. nubilalis* wynoszącą od 31,5 do 56% uszkodzonych roślin na obiekcie kontrolnym. W doświadczeniu tym wykorzystano dwa biopreparaty, bazujące na mieszaninie *T. evanescens* i *T. pinto*i oraz zawierający tylko *T. brassicae*. Średnia skuteczność jednokrotnej aplikacji kruszynka, w zależności od biopreparatu, zawierała się w przedziale 36,8–48,5%, natomiast przy dwukrotnym wyłożeniu oofaga wzrosła do 52,2%.

W badaniach Bzowskiej-Bakalarz i wsp. (2020) wykonanych w latach 2013–2018 na Opolszczyźnie w miejscowości Wołczyn, użyto mieszaninę dwóch gatunków kruszynka, tj. *T. evanescens* + *T. brassicae*, w postaci dwóch zabiegów w sezonie, które wykonano za pomocą sprzętu agrolotniczego – wiatrakowca. Wykonano je w czasie lotów samic *O. nubilalis* i składania jaj. Otrzymana skuteczność zabiegów w ograniczaniu liczby uszkodzeń roślin powodowanych przez gąsienice zawierała się w przedziale 59,3–83,5%. Na skuteczność ochrony biologicznej, ale i plony kukurydzy duży wpływ miała pogoda, ale w każdym roku badań, jak podają Bzowska-Bakalarz i wsp. (2020), uzyskiwany plon ziarna był wyższy na obiekcie chronionym za pomocą kruszynka w porównaniu do kontroli. Dodatkowo, analiza ziarna na obecność mykotoksyn DON i ZEA pokazała, że ich zawartość na obiekcie chronionym za pomocą biopreparatu opartego o kruszynka była mniej lub bardziej obniżona w porównaniu do kontroli.

W dostępnej literaturze krajowej jest stosunkowo mało wyników badań nad skutecznością *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki* do ograniczania populacji gąsienic omacnicy prosowianki na kukurydzy, pomimo tego, że biopreparaty zawierające tę bakterię są na krajowym rynku od wielu lat.

W badaniach Beresia (2013) wykonanych w latach 2010–2012 w Głuchowie, obok samodzielnego stosowania biopreparatu bakteryjnego, używano go także przemiennie z kruszynką. W literaturze można bowiem znaleźć informacje, że białko *B. thuringiensis* aplikowane w postaci preparatów nalistnych przeciwko różnym szkodnikom z rzędu Lepidoptera nie wpływa negatywnie na poziom

spasożytowania jaj przez różne gatunki błonkówek rodzaju *Trichogramma* (Hwang i wsp. 2010; Nascimento i wsp. 2018; Vaez i wsp. 2020). W przytaczanym doświadczeniu testowano biopreparat Dipel WG zawierający *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki*, szczep ABTS-351, który aplikowano na rośliny jeden lub dwa razy w sezonie w dawkach 1,0 oraz 2,0 kg/ha. Obserwacje prowadzono przy średniej trzyletniej szkodliwości *O. nubilalis* wynoszącej 43,2% roślin uszkodzonych. W takich warunkach użycie preparatu Dipel WG zabezpieczyło rośliny przed uszkodzeniami powodowanymi przez gąsienice na poziomie 17,5–45,9%. Dwa zabiegi opryskiwania roślin, zwłaszcza z użyciem dawki 2,0 kg/ha przyniosły najlepsze rezultaty. W badaniach własnych przy użyciu innego szczepu *B. thuringiensis* oraz przy niższym nasileniu omacnicy prosowianki uzyskano lepsze rezultaty biologicznego ograniczania szkodnika za pomocą biopreparatu bakteryjnego. Wydaje się, że wpływ na to ma szczep bakterii, nawet pomimo tego, że większość biopreparatów opartych o *B. thuringiensis* ma rejestrację na wiele szkodników z rzędu Lepidoptera.

Analizując badania Beresia (2013) można wskazać, że połączenie jedno- lub dwukrotnego wykładania kruszynka w różnych dawkach (100 lub 220 imago/ha) z jedno- lub dwukrotnym opryskiwaniem roślin za pomocą *B. thuringiensis* stosowanym w dawce 2,0 kg/ha pozwalało lepiej niż oba biopreparaty stosowane samodzielnie zabezpieczyć rośliny przed *O. nubilalis*. Skuteczność takiego rozwiązania pozwalała ochronić na plantacji od 41,3 do 65,8% roślin przed uszkodzeniami w porównaniu do obiektu kontrolnego.

Aktualnie, biopreparaty na bazie *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki* mają rejestrację w Polsce do zwalczania omacnicy prosowianki tylko w zasiewach kukurydzy cukrowej, gdzie rekomendowana dawka to 1,0 kg/ha, a dopuszczalna liczba zabiegów to trzy w sezonie (Rejestr 2025). Jak wynika z badań własnych, rozszerzenie etykiety o kukurydzę zwyczajną/pastewną zaliczaną do roślin rolniczych, może być dobrym kierunkiem, zwłaszcza że jak podaje Beres (2012b), kukurydza cukrowa jest chętniej wybierana przez omacnicę prosowiankę do zasiedlania niż kukurydza pastewna czy też sorgo. Należy brać pod uwagę także i to, że kukurydza pastewna/zwyczajna to także roślina wykorzystywana na cele spożywcze, zatem kwestia obecności pozostałości środków ochrony roślin w plonie ziarna podlega tu rygorystycznej kontroli, podobnie jak zawartość mykotoksyn. Poszerzenie oferty biopreparatów mikrobiologicznych zawierających *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki* o kukurydzę zwyczajną/pastewną pozwoli na szersze wdrożenie do praktyki biologiczno-chemicznej ochrony roślin, która spełnia rolę czynnika ograniczającego zużycie pestycydów. Ponadto, jak podaje Beres (2024b) dopłaty do ekoschematu związanego z biologiczną ochroną upraw, który w Polsce funkcjonuje od 2023 roku są przewidziane tylko dla zarejestrowanych przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi mikrobiologicznych środków ochrony roślin.

W badaniach Nawrockiej i wsp. (2011) prowadzonych na kukurydzy cukrowej w latach 2010–2011 wykazano, że preparat Dipel WG cechuje bardzo zróżnicowana skuteczność w zwalczaniu gąsienic. Autorzy przeprowadzili dwukrotne opryskiwanie roślin w okresie pomiędzy 30 lipca a 24 sierpnia, a następnie wykonali dwukrotną ocenę skuteczności biopreparatu w drugim i czwartym tygodniu od zabiegu. Wykazano, że liczba gąsienic zaobserwowana w pierwszym terminie odczytu na roślinach chronionych biopreparatem była porównywalna do ich liczebności na obiekcie kontrolnym. Z kolei w drugim terminie obserwacji skuteczności działania biologicznej ochrony, zaobserwowana liczba gąsienic na obiekcie chronionym za pomocą biopreparatu Dipel WG była istotnie niższa niż na kontroli. Podobna zależność wystąpiła w odniesieniu do liczby uszkodzonych kolb. Pomimo tak dużych różnic w skuteczności biopreparatu, autorzy wskazują na jego przydatność do ochrony kukurydzy cukrowej przed omacnicą prosowianką.

Z jednorocznych badań Mazurka i Hureja (1999) wykonanych w 1998 roku, które także założono w zasiewach kukurydzy cukrowej wynika, że zastosowanie biopreparatu Biobit 3,2 WP, który podobnie jak biopreparat Dipel WG zawierał w sobie *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki* niewiele pomogło w redukcji zagrożenia ze strony gąsienic omacnicy prosowianki. Zaobserwowano, że na kontroli gąsienice uszkodziły średnio 23,7% kolb, natomiast na obiekcie jednokrotnie opryskiwanym biopreparatem Biobit 3,2 WP, procent kolb uszkodzonych był niewiele mniejszy, gdyż wyniósł 19,2%. W badaniach własnych, aż tak niskiej skuteczności jednokrotnego opryskiwania roślin preparatem Lepinox Plus nie zanotowano, niemniej takie działanie nie zabezpieczało skutecznie roślin przed szkodnikiem, zatem z praktycznego punktu widzenia jest nieefektywne. Dwa lub trzy zabiegi biopreparatem na bazie *B. thuringiensis* wydają się być rozwiązaniem optymalnym.

W badaniach wykonanych w latach 1998–2001 w Korbierzycach na kukurydzy cukrowej, Mazurek i wsp. (2005) testowali dwa biopreparaty: Biobit 3,2 WP oraz Lepinox WDG do ograniczania liczebności gąsienic *O. nubilalis*. W sezonie wegetacyjnym 1999–2000 wykonano trzy opryskiwania roślin, natomiast w roku 2001 tylko jedno. Na obiekcie kontrolnym gąsienice szkodnika uszkodziły wówczas od 13,3 do 27,3% kolb. W 2000 roku, biologiczny insektycyd Lepinox WDG okazał się lepszy nawet niż zastosowany preparat chemiczny na bazie lambda-cyhalotryny, bo jego skuteczność w zabezpieczeniu roślin przed *O. nubilalis* wyniosła 95%. W tych samych badaniach stwierdzono, że Biobit 3,2 WP stosowany w 1998 roku oraz Lepinox WDG w 1999 roku, okazały się najmniej skutecznymi insektycydami przeciwko gąsienicom uszkadzającym kolby, wykazując odpowiednio 19% i 35% skuteczności. Zróżnicowaną skuteczność oddziaływania *B. thuringiensis* na szkodnika tłumaczono niekorzystnymi warunkami pogodowymi.

W badaniach wykonanych przez Beresia (2016b) w latach 2013–2015, w Nienadówce na kukurydzy cukrowej uprawianej w monokulturze, testowano biopreparat Dipel WG w postaci jedno- oraz dwukrotnego opryskiwania roślin w dwóch dawkach: 1,0 oraz 2,0 kg/ha. Omacnica prosowianka stanowiła bardzo duże zagrożenie dla roślin w analizowanym trzyleciu uszkadzając od 81,0 do 91,7% roślin oraz od 54,5 do 70,2% kolb. Analizując zebrane dane można wskazać, że w warunkach wysokiej szkodliwości fitofaga, skuteczność biopestycydu w porównaniu do kontroli w ograniczaniu liczby roślin uszkodzonych wynosiła: 12,3–33,2% w 2013 r., 23,1–48,2% w 2014 r. oraz 19,5–40,4% w sezonie 2015. Dwa opryskiwania roślin, przy dawce 2,0 kg/ha pozwalały osiągnąć niemal 50% poziom skuteczności, a przy dawce rekomendowanej przez producenta (1,0 kg/ha) około 40%. W porównaniu do ochrony chemicznej można uzyskać skuteczność określić jako niską.

W badaniach Bażok i wsp. (2009), wykonanych w Chorwacji w latach 2002–2003, do ochrony kukurydzy cukrowej przed *O. nubilalis* użyto biopreparat zawierający *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki*, który zastosowano w dawce 0,75 i 1,0 kg/ha. W zależności od terminu aplikacji oraz miejscowości, zastosowanie preparatu bakteryjnego pozwoliło ograniczyć liczbę kolb uszkodzonych przez szkodnika o 27,2–71,3%. Jak podają Sierpińska (2000) oraz Florczak (2024), na skuteczność owadobójczą *B. thuringiensis* wpływa bardzo wiele czynników. Do szczególnie ważnych zalicza się: jakość rozpylenia cieczy użytkowej na liściach, osiadanie kropeł, tworzenie się osadu bioinsektycydu na liściach, pobieranie dawki letalnej przez owada, efektywność działania biopreparatu w organizmie owada, a także wpływ warunków pogodowych, takich jak: temperatura, promieniowanie UV, wilgotność powietrza oraz opady deszczu.

## Wnioski / Conclusions

1. Omacnica prosowianka stanowi coraz większe zagrożenie dla roślin kukurydzy na obszarze województwa warmińsko-mazurskiego, a jej liczebność przekracza próg ekonomicznej szkodliwości uzasadniający ograniczanie fitofaga.
2. Kruszynek *T. brassicae* aplikowany dwukrotnie w okresie lotu samic *O. nubilalis* i składania jaj odznaczał się ponad 50–60% skutecznością w ograniczaniu roślin uszkodzonych przez gąsienice. Najlepsze efekty uzyskano stosując parazytoidea w dawce 330 tys. imago/ha.
3. Bakteria *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki* szczep EG 2348 zastosowana w dawce rekomendowanej przez producenta, dwukrotnie w sezonie wegetacyjnym kukurydzy, wykazała w trzyleciu 60% skuteczność w ograniczaniu liczby roślin uszkodzonych przez gąsienice.
4. Ochrona biologiczna przed omacnicą prosowianką prowadzona tylko za pomocą środków biologicznych

stanowi mniej skuteczną alternatywę dla chemicznych środków ochrony roślin. Jednak biopreparaty stosowane na przemian z syntetycznymi insektycydami pozwalają

uzyskać zadowalający efekt w ograniczaniu żerowania szkodnika, zatem można rozwiązanie takie proponować w integrowanej ochronie roślin.

## Literatura / References

- Adamek B., Beres P.K., Dereń K., Dobrzyńska N., Gorzała G., Grzbiela M., Kontowski Ł., Kupczyński R., Siekaniec Ł., Zwolińska J. (red.). 2023. Biobezpieczeństwo w produkcji żywności – od etyki do ekonomiki. [Biosafety in food production – from ethics to economics]. Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa, 185 ss. ISBN 978-83-67450-46-1. DOI: 10.7366/9788367450461
- Artyszak A., Gozdowski D., Pągowski K., Jonczak J., Popielec R. 2025. Wpływ nawożenia doglebowego i aplikacji dolistnej nawozów zawierających krzem i wapń na zdrowotność roślin kukurydzy. [Effect of soil fertilization and foliar application of silicon and calcium-containing fertilizers on maize plant health]. Progress in Plant Protection 65 (2): 63–72. DOI: 10.14199/ppp-2025-007
- Baran M., Roik K., Bocianowski J. 2022. Analiza monitoringu uszkodzeń kukurydzy powodowanych przez omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) w Polsce w latach 2006–2016. [Analysis of monitoring of maize damage caused by the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in Poland in 2006–2016]. Progress in Plant Protection 62 (4): 199–207. DOI: 10.14199/ppp-2022-022
- Bažok R., Barèïe J.I., Kos T., Ěuljak T.G., Šiloviæ M., Jelovèan S., Kozina A. 2009. Monitoring and efficacy of selected insecticides for European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hubn., Lepidoptera: Crambidae) control. Journal of Pest Science 82: 311–319. DOI: 10.1007/s10340-009-0255-z
- Beres P.K. 2008. Efekty biologicznego zwalczania omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) w południowo-wschodniej Polsce. [Effects of biological control of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in South-Eastern Poland]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (4): 1281–1284.
- Beres P.K. 2012a. Szkodliwość omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) dla kukurydzy (*Zea mays* L.) w południowo-wschodniej Polsce w latach 1994–2011. [Harmfulness of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) to maize (*Zea mays* L.) in south-eastern Poland in 1994–2011]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 52 (1): 9–13. DOI: 10.14199/ppp-2012-001
- Beres P.K. 2012b. Damage caused by *Ostrinia nubilalis* Hbn. to fodder maize (*Zea mays* L.), sweet maize (*Zea mays* var. *saccharata* [Sturtev.] L.H. Bailey) and sweet sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) near Rzeszów (south-eastern Poland) in 2008–2010. Acta Scientiarum Polonorum, Series Agricultura 11 (3): 3–16.
- Beres P.K. 2013. Studium nad doskonaleniem integrowanej ochrony kukurydzy przed zachodnią kukurydzianą stonką korzeniową (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) i omacnicą prosowianką (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). [Study on the improvement of integrated maize protection against the Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) and the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Rozprawy Naukowe Instytutu Ochrony Roślin, Poznań, 29, 183 ss.
- Beres P.K. 2016a. Omacnica prosowianka bez tajemnic. Compendium wiedzy. [European corn borer without secrets. Knowledge compendium]. Hortpress, Warszawa, 128 ss. ISBN 978-83-657-823-80.
- Beres P.K. 2016b. Efficacy of spinosad and *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* in biological control of the European corn borer on sweet corn. Acta Scientiarum Polonorum, Series Hortorum Cultus 15 (6): 19–35.
- Beres P.K. 2021. Uprawa i wykorzystanie ziarna kukurydzy dla celów spożywczych. [Cultivation and use of maize grain for food purposes]. Ulotka informacyjna. Polski Związek Producentów Kukurydzy, Poznań, 4 ss.
- Beres P.K. 2023. Problemy w uprawie kukurydzy – abiotyczne i biotyczne. [Problems in corn cultivation – abiotic and biotic]. Polski Związek Producentów Kukurydzy, Poznań, 51 ss. ISBN 978-83-63257-14-9.
- Beres P.K. 2024a. Ograniczenie ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin. [Reducing the risks associated with the use of pesticides]. Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Warszawa, 48 ss. ISBN 978-83-60408-68-1.
- Beres P.K. 2024b. Biologiczna ochrona upraw roślin rolniczych przed agrofagami. [Biological protection of agricultural crops against agrophages]. Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Warszawa, 72 ss. ISBN 978-83-60408-67-4.
- Beres P.K., Gołębiowska H., Idziak R., Szczepaniak W., Majewski A., Skudlarski J., Wieremczuk A., Wachowski A. 2019. Atlas kukurydza. Identyfikacja agrofagów i niedoborów pokarmowych oraz innych czynników. [Maize Atlas: Identifying pests, nutritional deficiencies, and other factors]. Wydanie III. Agro Profil, Suchy Las, 407 ss. ISBN 978-83-950876-8-4.
- Beres P.K., Konefał T. 2010. Distribution range of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) on maize in 2004–2008 in Poland. Journal of Plant Protection Research 50 (3): 326–334. DOI: 10.2478/v10045-010-0056-7
- Beres P.K., Konefał T. 2015. Występowanie *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) on maize (*Zea mays*) w Polsce w latach 2009–2012. [Occurrence of *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) on maize (*Zea mays* L.) in Poland in 2009–2012]. Progress in Plant Protection 55 (3): 296–304. DOI: 10.14199/ppp-2015-052
- Beres P.K., Lisowicz F. 2005. Przydatność kruszyny (*Trichogramma* spp.) w ochronie kukurydzy przed omacnicą prosowianką (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) w gospodarstwach ekologicznych. [Effectiveness of *Trichogramma* spp. in maize protection against European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in ecological farms]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 45 (1): 47–51.
- Beres P.K., Mrówczyński M. (red.). 2017. Metodyka integrowanej ochrony i produkcji kukurydzy dla doradców. [Integrated maize protection and production methodology for advisors]. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 261 ss. ISBN 978-83-64655-23-4.
- Beres P.K., Mrówczyński M., Korbas M., Paradowski A. 2013. Integrowana ochrona kukurydzy w Polsce – aktualny stan badań i wdrożeń. [Integrated maize protection in Poland – current state of research and implementation]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 53 (1): 167–175. DOI: 10.14199/ppp-2013-136

- Bereś P.K., Pruszyński G. 2008. Ochrona kukurydzy przed szkodnikami w produkcji integrowanej. [Pest management in integrated maize production]. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 7 (4): 19–32.
- Bereś P.K., Siekaniec Ł., Kontowski Ł. 2022. Występowanie chorób kukurydzy (*Zea mays* L.) powodowanych przez grzyby na polach prowadzonych w wieloletniej monokulturze w południowo-wschodniej Polsce w latach 2010–2021. [Occurrence of maize (*Zea mays* L.) diseases caused by fungi on long-term monoculture fields in south-eastern Poland in 2010–2021]. *Progress in Plant Protection* 62 (2): 117–127. DOI: 10.14199/ppp-2022-014
- Bereś P.K., Zięta P., Nakonieczny M., Kontowski Ł., Grzbiela M., Augustyniak M. 2022. *Cydalima perspectalis* in Poland – 8 years of invasion against the background of three other invasive species. *Diversity* 14 (1): 22. DOI: 10.3390/d14010022
- Bzowska-Bakalarz M., Bulak P., Bereś P.K., Czarnigowska A., Czarnigowski J., Karamon B., Pniak M., Bieganski A. 2020. Using gyroplane for application of *Trichogramma* spp. against the European corn borer in maize. *Pest Management Science* 76 (6): 2243–2250. DOI: 10.1002/ps.5762
- CABI 2022. *Ostrinia nubilalis* (European maize borer). CABI Compendium No 46129. DOI: 10.1079/cabicompendium.46129
- EPPO 2002. *Ostrinia nubilalis* (PYRUNU). EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/taxon/PYRUNU> [dostęp: 10.09.2025].
- Florczak L. 2024. Od bakterii do biopreparatu – *Bacillus thuringiensis* w ochronie roślin. [From bacteria to biopreparation – *Bacillus thuringiensis* in plant protection]. *Progress in Plant Protection* 64 (4): 204–217. DOI: 10.14199/ppp-2024-020
- Haliniarz M., Bojarczyk M. 2007. Szkodliwość omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) dla transgeniczných i wyjściowych odmian kukurydzy. [Harmfulness of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) on transgenic and non-transgenic maize varieties]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (4): 145–148.
- Hwang I.C., Park C., Kang D.K., Jin N.Y., Jung S., Seo M.J., Kim J.E., Youn Y.N., Yu Y.M. 2010. Combined application of *Trichogramma ostrinae* and *Bacillus thuringiensis* for eco-friendly control of *Plutella xylostella*. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* 53: 316–322. DOI: 10.3839/jksabc.2010.049
- Kania C. 1962a. Szkodliwa entomofauna kukurydzy obserwowana w okolicach Wrocławia w latach 1956–1959 (cz. I). [Pestilent entomofauna of maize observed in the environs of Wrocław in 1956–1959. Part I]. *Polskie Pismo Entomologiczne, Seria B*, 1–2 (25–26): 53–69.
- Kania C. 1962b. Szkodliwa entomofauna kukurydzy obserwowana w okolicach Wrocławia w latach 1956–1959 (cz. II). [Pestilent entomofauna of maize observed in the environs of Wrocław in 1956–1959. Part II]. *Polskie Pismo Entomologiczne, Seria B*, 3–4 (27–28): 183–216.
- Klimek-Kopyra A., Szmigiel A., Zajac T., Kidacka A. 2012. Some aspects of cultivation and utilization of waxy maize (*Zea mays* L. ssp. *ceratina*). *Acta Agrobotanica* 65 (3): 3–12.
- Kontowski Ł., Bereś P.K. 2023. Dynamika lotów omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) w województwie warmińsko-mazurskim w latach 2020–2023 – pierwsze dane. [Flight dynamics of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in the Warmian-Masurian voivodeship in 2020–2023 – first date]. *Progress in Plant Protection* 63 (4): 253–260. DOI: 10.14199/ppp-2023-026
- Korbas M. 2006. Głównie kukurydzy i inne choroby – szkodliwość i możliwości zwalczania. [Common smuts of maize and other diseases – harmfulness and possibilities of their control]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (1): 354–357.
- Kotecki A., Artyszak A., Bielski S., Budzyński W., Dubis B., Głab L., Michalski T., Sawicka B., Sowiński J., Szempliński W., Wyszynski Z. 2020. Uprawa roślin. [Plant cultivation]. Tom II. (A. Kotecki, red.). Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław, 528 ss.
- Krasowicz S., Madej A. 2020. Organizacyjno-ekonomiczne uwarunkowania produkcji zbóż w różnych regionach Polski. [Organizational and economical conditions of grain production in different regions of Poland]. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 62 (16): 35–70. DOI: 10.26114/sir.iung.2020.62.02
- Lisowicz F. 1995. Omacnica prosowianka – groźny szkodnik kukurydzy. [European corn borer – a dangerous maize pest]. *Ochrona Roślin* 5: 6–7.
- Lisowicz F. 2003. Narastająca szkodliwość omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) dla kukurydzy w południowo-wschodniej Polsce. [The increasing harmfulness of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) to maize in southeastern Poland]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 43 (1): 247–250.
- Lisowicz F., Kot J. 1999. Efekty introdukcji kruszyny (*Trichogramma* spp.) w zwalczaniu omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) na kukurydzy. [Effectiveness of *Trichogramma* spp. in controlling the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) on maize]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 39 (2): 493–495.
- Lisowicz F., Tekiel A. 2004. Szkodniki i choroby kukurydzy oraz ich zwalczanie. [Pests and diseases of maize and their control]. s. 52–64. W: *Technologia produkcji kukurydzy*. [Maize production technology] (A. Dubas, red.). Wieś Jutra, Warszawa, 133 ss. ISBN 83-89503-17-4.
- Martel C., Réjasse A., Rousset F., Bethenod M.T., Bourget D. 2003. Host-plant-associated genetic differentiation in northern French populations of the European corn borer. *Heredity* 90 (2): 141–149. DOI: 10.1038/sj.hdy.6800186
- Mazurek J., Hurej M. 1999. Próby zwalczania omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) na kukurydzy cukrowej. [Attempts to control the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) on sweet corn]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 39 (2): 432–435.
- Mazurek J., Hurej M., Jackowski J. 2005. The effectiveness of selected chemical and biological insecticides in control of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) on sweet corn. [Skuteczność wybranych chemicznych i biologicznych insektycydów w zwalczaniu omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)]. *Journal of Plant Protection Research* 45 (1): 41–47.
- Mrówczyński M. 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. [Integrated agricultural crop protection]. Tom I. Podstawy integrowanej ochrony. [Basics of integrated plant protection]. Powszechné Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 153 ss.
- Nalepa B., Pietrzak-Fiećko R., Juan C., Mañes J., Kielczewska K. 2022. Mykotoksyny w żywności – charakterystyka, zagrożenia, metody wykrywania i zapobieganie. [Mycotoxins in food – characteristics, threats, methods of detection and prevention]. s. 7–30. W: *Wybrane zagadnienia z zakresu mikrobiologii i innych nauk przyrodniczych*. [Selected issues in the field of microbiology and other natural sciences] (K. Kalbarczyk, I. Domina, red.). Wydawnictwo Tygiel, Lublin, 177 ss. ISBN 978-83-67104-35-7.

- Nascimento P.T., Fadini M.A.M., Valicente F.H., Ribeiro P.E.A. 2018. Does *Bacillus thuringiensis* have adverse effects on the host egg location by parasitoid wasps? *Revista Brasileira de Entomologia* 62 (4): 260–266. DOI: 10.1016/j.rbe.2018.09.006
- Nawrocka B., Szafranek P., Rybczyński D., Wieprzkiewicz A. 2011. Efektywność biologicznego środka ochrony roślin opartego na *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* w zwalczaniu omacnicy prosowianki *Ostrinia nubilalis* Hübner na kukurydzy cukrowej. [Efficiency of a biological plant protection product based on *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* in controlling the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hübner on sweet corn]. *Nowości Warzywnicze/Vegetable Crops News* 52: 25–31.
- PZPK 2023. Powierzchnia uprawy kukurydzy w Polsce w 2023 r. [Maize cultivation area in Poland in 2023]. Polski Związek Producentów Kukurydzy, Poznań. <https://kukurydza.info.pl/powierzchnia-uprawy-kukurydzy-w-polsce-w-2023-r/> [dostęp: 03.09.2025].
- PZPK 2024. Powierzchnia uprawy kukurydzy w Polsce w 2024 r. [Maize cultivation area in Poland in 2024]. Polski Związek Producentów Kukurydzy, Poznań. <https://kukurydza.info.pl/powierzchnia-uprawy-kukurydzy-w-polsce-w-2024-r/> [dostęp: 03.09.2025].
- Régnier B., Legrand J., Calatayud P.-A., Rebaudo F. 2023. Developmental differentiations of major maize stemborers due to global warming in temperate and tropical climates. *Insects* 14 (1): 51. DOI: 10.3390/insects14010051
- Rejestr 2025. Rejestr środków ochrony roślin. [Register plant protection products]. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa. <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/rejestr-rodkow-ochrony-roslin> [dostęp: 02.09.2025].
- Sierpińska A. 2000. *Bacillus thuringiensis* w ochronie lasu – alternatywa dla insektycydów chemicznych. [*Bacillus thuringiensis* – an option for the control of defoliating Lepidoptera in forestry]. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria A* 2 (895–899): 71–99.
- Strażyński P., Tratwal A., Sosnowska D., Mrówczyński M. 2024. Integrowana ochrona roślin – stan i określenie zagrożeń w kontekście wyzwań związanych z wdrażaniem nowej perspektywy Unii Europejskiej na lata 2023–2027. [Integrated pest management – status and identification of risks in the context of challenges related to the implementation of the new European Union perspective for 2023–2027]. *Progress in Plant Protection* 64 (4): 169–179. DOI: 10.14199/ppp-2024-016
- Sulewska H., Ptaszyńska G. 2007. Podatność odmian kukurydzy na ploniarzkę zbożówkę (*Oscinella frit* L.) i omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). [Susceptibility of maize varieties to the frit fly (*Oscinella frit* L.) and the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (4): 220–223.
- Szulc P. 2013. Występowanie omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) w zależności od zasobności gleby w azot oraz od formy nawozu azotowego. [Occurrence of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) depending on soil content of nitrogen and a form of nitrogen fertilizer]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 53 (1): 74–77. DOI: 10.14199/ppp-2013-120
- Szulc P., Idziak R., Woźnica Z., Sobiech Ł. 2014. Ocena podatności mieszańców kukurydzy (*Zea mays* L.) typu „stay-green” na występowanie gówni kukurydzy [*Ustilago maydis* (DC.) Corda] oraz omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). [Assessment of susceptibility of „stay-green” type maize cultivars (*Zea mays* L.) to maize smut [*Ustilago maydis* (DC.) Corda] and European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 54 (3): 368–374. DOI: 10.14199/ppp-2014-060
- Szymańska G., Sulewska H., Grochot G. 2011. Zróżnicowanie podatności odmian kukurydzy na choroby i szkodniki. [Variation in the susceptibility of maize varieties to diseases and pests]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 51 (1): 436–440.
- Tekiela A., Bereś P., Grajewski J., Miklaszewska K. 2005. Wpływ zwalczania chorób i szkodników kukurydzy na zasiedlenie ziarna przez grzyby i zawartość mikotoksyn. [Influence of maize diseases and pests control on occurrence of fungi on grain and content of mycotoxins]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 45 (2): 1149–1152.
- Tratwal A., Bereś P.K. (red.). 2016. Poradnik sygnalizatora ochrony kukurydzy. [Maize protection signal guide]. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 193 ss. ISBN 978-83-64655-19-7.
- Vaez N., Iranipour S., Hejazi M.J. 2020. Effect of *Bacillus thuringiensis* on *Trichogramma brassicae* life history parameters. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 9 (3): 27–45.
- Wałkowski W., Bubniewicz P. 2004. Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) – ekspansywny szkodnik kukurydzy w Wielkopolsce. [European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) – an expansive pest of maize in Wielkopolska region]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 44 (2): 1187–1190.
- Żołnierz R., Hurej M. 2005. Występowanie omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) na plantacji kukurydzy nasiennej na terenie województwa opolskiego. [Infestation of corn grown for seeds by the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in Opole province]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 45 (2): 1233–1236.