

Received: 14.09.2023 / Accepted: 10.10.2023

ARTYKUŁ ORYGINALNY

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

Łukasz Kontowski¹ , Paweł K. Beres^{2*} 

Streszczenie

Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) to najgroźniejszy szkodnik kukurydzy (*Zea mays* L.) w Polsce. Na północy kraju, w województwie warmińsko-mazurskim szkodnik ten pojawił się na kukurydzy po raz pierwszy w 2009 roku. Dotychczas brakowało informacji o dynamice lotów tego szkodnika w tej części kraju. W badaniach wykonanych w latach 2020–2023 w miejscowości Tynwałd oraz Szałkowo obserwowano lot samców i samic tego motyla do pułapki świetlnej. Na podstawie wykonanych obserwacji stwierdzono, że motyle zaczynały pojawiać się w pułapce świetlnej od 12 czerwca, a ich loty kończyły się najpóźniej w dniu 15 sierpnia. Maksimum lotów motyli przypadało pod koniec drugiej i w trzeciej dekadzie lipca. Lipiec był miesiącem największej aktywności motyli. W okresie badań odłowiono do pułapki świetlnej 142 motyle w 2020 roku, 245 sztuk w 2021 roku, 224 osobniki w 2022 roku oraz 153 sztuki w 2023 roku. We wszystkich latach badań płcią dominującą były samice, które stanowiły od 63,4 do 72,5% ogółu populacji odłowionych motyli.

Słowa kluczowe: *Ostrinia nubilalis*, kukurydza, monitoring, pułapka świetlna

Abstract

The European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) is the most dangerous pest of maize (*Zea mays* L.) in Poland. In the north of the country, in the Warmian-Masurian Voivodeship, the pest appeared on maize for the first time in 2009. So far, there has been no information about the flights dynamics of this pest in this part of the country. In studies carried out in 2020–2023 in Tynwałd and Szałkowo, the flights of males and females of this pest was observed using a light trap. Based on the observations, it was found that the moths began to appear in the light trap from June 12, and their flight ended on August 15 at the latest. The maximum flights occurred at the end of the second and third decade of July. July was the month of greatest pest activity. During the research period, 142 moths were caught in the light trap in 2020, 245 in 2021, 224 in 2022 and 153 individuals in 2023. In all years of the study, the dominant sex was females, which constituted from 63.4 to 72.5% of the total population of caught moths.

Key words: *Ostrinia nubilalis*, maize, monitoring, light trap

¹Indywidualne gospodarstwo rolne, Szałkowo 34A, 14-200 Iława

²Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie

ul. Boya-Żeleńskiego 15, 35-101 Rzeszów

*corresponding author: p.beres@iorpib.poznan.pl

Wstęp / Introduction

Kukurydza (*Zea mays* L.) to druga najważniejsza roślina rolnicza w Polsce, z powierzchnią zasiewów z przeznaczeniem na ziarno i kiszonkę wynoszącą w 2023 roku niemal 1,9 mln ha (ARiMR 2023).

Jak podaje Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa, Polska zaliczana jest do grona największych producentów zbóż w Unii Europejskiej, w której zajmuje trzecie miejsce po Francji i Niemczech (KOWR 2022). Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa podaje, że najwięcej kukurydzy uprawia się w województwach: wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, mazowieckim i dolnośląskim. W województwie warmińsko-mazurskim uprawa kukurydzy stopniowo zyskuje na znaczeniu, choć nie jest uprawą dominującą na polach. W tej części kraju z uwagi na agroklimat i prowadzoną hodowlę zwierząt dominującym kierunkiem użytkowania kukurydzy jest produkcja kiszonki (Książek 2008; Krasowicz i Madej 2020).

Zasiewom kukurydzy w Polsce zagraża wiele organizmów szkodliwych. Do tej pory w jej uprawie zidentyfikowano około 100 gatunków chwastów, tyle samo fitofagów oraz około 400 patogenów wywołujących choroby (Bereś i Mrówczyński 2016).

Od ponad pół wieku do chwili obecnej, omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) zaliczana jest do najważniejszych szkodników kukurydzy w Polsce (Kania 1962a, b; Lisowicz 2001; Wałkowski i Bubniewicz 2004; Żołnierczak i Hurej 2005; Haliniarz i Bojarczyk 2007; Bereś i Pruszyński 2008; Grodner i wsp. 2020). O ile początkowo zasięg występowania gatunku na kukurydzy ograniczał się do południowej części kraju, tak z upływem czasu i rosnącą popularnością uprawy tej rośliny stopniowo się powiększał w kierunku północnym (Bereś i Konefał 2010). Od 2009 roku notuje się obecność omacnicy prosowianki na obszarze województwa warmińsko-mazurskiego (Bereś i wsp. 2022). W 2009 roku szkodnik zasiedlił wszystkie z 16 województw wyodrębnionych w kraju, stając się tym samym gatunkiem powszechnie występującym.

Jak wskazują Lisowicz i Tekiel (2004) oraz Bereś (2016), w rejonach intensywnej uprawy tej rośliny (południowa część kraju) gąsienice tego motyla uszkadzają od 50 do 80, a lokalnie nawet do 100% roślin, powodując straty w plonach ziarna dochodzące do 30–40%. Omacnica prosowianka to aktualnie jedyny szkodnik kukurydzy w Polsce, którego gąsienice uszkadzają niemal wszystkie nadziemne części roślin, a ich żerowanie prowadzi do strat ekonomicznych w plonie ziarna, które już w latach 2005–2006 oszacowano w skali kraju na kwotę około 230–300 mln złotych, przy ówczesnych cenach za 1 tonę suchego ziarna (Bereś 2016). Z występowaniem omacnicy prosowianki wiążą się poważne straty finansowe, jak również zwiększenie podatności uszkodzonych roślin na porażenie przez sprawców chorób, zwłaszcza przez grzyby rodzaju *Fusarium* mogą-

ce wytwarzać i kumulować w plonie groźne mykotoksyny (Munkvold i wsp. 1999; Magg i wsp. 2002; Alma i wsp. 2005). Ponadto *O. nubilalis* może być wektorem grzybów rodzaju *Fusarium* (Sobek i Munkvold 1999).

Z uwagi na wysoką szkodliwość bezpośrednią i pośrednią omacnicy prosowianki na coraz większej powierzchni upraw kukurydzy w Polsce, podejmuje się jej integrowane zwalczanie z zastosowaniem metod niechemicznych, a w ostateczności zaleca się skorzystanie z ochrony chemicznej (Bereś i Mrówczyński 2017).

Dla potrzeb użycia metody biologicznego bądź chemicznego zwalczania szkodnika w okresie wegetacji roślin, konieczne jest prawidłowe ustalenie optymalnego terminu wykonania zabiegów ochronnych (Bereś i Mrówczyński 2016). Aby ustalić ten termin należy znać biologię szkodnika oraz zastosować metody pozwalające na jego wykrycie w uprawie. Najbardziej precyzyjnymi urządzeniami, które w tym pomagają są pułapki świetlne, które pokazują terminy nalotu i liczebność samców i samic *O. nubilalis* (Bereś 2012).

Celem wykonanych badań było poznanie dynamiki lotów samców i samic omacnicy prosowianki w uprawie kukurydzy w warunkach województwa warmińsko-mazurskiego. Są to pierwsze tego typu badania dla tego województwa, które pozwalają lepiej poznać różnice w biologii gatunku między poszczególnymi regionami kraju.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania wykonano w latach 2020–2023 w województwie warmińsko-mazurskim w miejscowościach: Tynwałd (2020, 2023) oraz Szalkowo (2021–2022) zlokalizowanych w pobliżu miasta Iława. Obie lokalizacje dzieliła odległość 5 km. Obserwacje szkodnika prowadzono na plantacjach kukurydzy w uproszczonym zmianowaniu, gdzie kukurydzę wysiewano naprzemiennie z pszenicą ozimą. Obserwacje prowadzono na wczesnych odmianach kukurydzy uprawianych z przeznaczeniem na ziarno. W 2021 roku wysiano odmianę Metropolisx (FAO 230), a w pozostałych latach odmianę P8604 (FAO 230).

Dla potrzeb obserwacji nalotu motyli omacnicy prosowianki zastosowano pułapkę świetlną średniej mocy marki DIONP, w której zastosowano świetlówkę o mocy 15 W emitującą promieniowanie UV (Philips TL Actinic BL (Hg) 15 W). Pułapka ustawiana była na miedzy przy plantacji kukurydzy. Zasilana była z akumulatora wielokrotnego ładowania, pozwalającego na nieprzerwany czas pracy lampy 5–6 godzin. Źródło światła zawieszane było na wysokości od 1,5 do 2 metrów (podnoszone w miarę wzrostu roślin).

Pułapka uruchamiana była codziennie od 1 czerwca. Za okres zakończenia odłowów uznawano czas, gdy przez kolejne dwa tygodnie od złapania ostatniego motyla *O. nubilalis* żaden inny osobnik dorosły tego gatunku się nie pojawił.

Lampa uruchamiała się o 21.00 i świeciła do 2.00 w nocy (5 godzin). Godziny uruchamiania lamp oparto o badania Kani (1961), który prowadził monitoring przez większość nocy, ale stwierdził, że największa liczba motyli lata w godzinach od 22.00 do 23.00.

Dla potrzeb szybkiego uśmiercenia motyli oraz w celu poprawy jakości materiału biologicznego w pojemniku, do którego wpadały owady umieszczono mniejszy z perforowanym wieczkiem, w którym znajdował się chloroform. Jego opary szybko uśmiercały motyle, co ułatwiało identyfikację gatunku i płci osobników. Na podstawie zebranego materiału owadziego wykreślono dynamikę lotów motyli omacnicy prosowianki na rośliny kukurydzy. Określono także ich strukturę płciową.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Dynamikę nalotów samców i samic omacnicy prosowianki na rośliny kukurydzy przedstawiono na rysunkach 1–4. Umieszczono na nich wyłącznie ten zakres terminów, w których szkodnika po raz pierwszy odłowiono i gdy faktycznie zakończył się jego nalot na rośliny.

W 2020 roku w odłowach prowadzonych w Tynwaldzie, pierwszy motyl pojawił się w pułapce świetlnej w dniu 15 czerwca, gdy kukurydza rozwijała 5–6 liści (BBCH 15–16). Był to osobnik żeński. Przyrost populacji motyli następował bardzo powoli, co w dużej mierze wynikało z niskich temperatur i opadów deszczu. Nieznaczne wzrosty liczby odławianych motyli nastąpiły od lipca, ale burze i opady deszczu sprawiły, że loty motyli były skutecznie ograniczane. Dopiero w drugiej połowie lipca nastąpił wyraźny wzrost ilości osobników *O. nubilalis* w pułapce świetlnej. W dniu 19 lipca pojawił się wyraźny szczyt nalotu motyli. W tym czasie kukurydza rozpoczynała pylenie (BBCH 65). Maksimum liczebności imago nie było duże – tylko 13 osobników, niemniej aż 12 motyli stanowiły samice. Od tego dnia liczebność gatunku systematycznie malała. Ostatniego osobnika (samice) odłowiono 9 sierpnia, w czasie, gdy rośliny były w fazie pełnej dojrzałości woskowej ziarna (BBCH 75) (rys. 1).

Łącznie, w 2020 roku odłowiono 142 motyle *O. nubilalis*, w tym 39 samców i 103 samice. Procentowy udział samic w ogólnej populacji imago szkodnika wyniósł zatem 72,5% (rys. 5). Jest to ważna informacja biorąc pod uwagę, że samice składając jaja dają początek nowemu pokoleniu szkodnika.

W 2021 roku w Szalkowie, podobnie jak rok wcześniej w Tynwaldzie, ponownie pierwszego motyla omacnicy prosowianki odłowiono 15 czerwca, w czasie, gdy kukurydza miała 5–7 liści (BBCH 15–17). Jako pierwsza naleciała na rośliny samica tego gatunku. Rok 2021 w rejonie badań charakteryzował się bardzo zmienną pogodą w czerwcu i lipcu. Odnotowano dużą liczbę dni z opadami deszczu, sil-

nym wiatrem, ale również z wichurami. Czynniki pogodowe miały wyraźne odzwierciedlenie w zachowaniu imago. Gdy liczebność gatunku zaczynała wzrastać to opady deszczu zaraz przerywały dalszy przyrost populacji szkodnika w kolejnym odłowieniu. Pojawiło się zatem kilka szczytów liczebności gatunku. Liczniejsze naloty szkodnika stwierdzono w dniach: 2, 9, 15 i 20 lipca. Najbardziej intensywny nalot imago miał miejsce w dniu 22 lipca, gdy w ciągu jednej nocy złapano 31 motyli, w tym 18 samic. W czasie tego szczytu nalotu motyli, kukurydza była w pełni kwitnienia (BBCH 67). Od połowy trzeciej dekady lipca naloty motyli na rośliny były już na bardzo niskich poziomach. Ostatniego osobnika (samice) w tym sezonie odłowiono 15 sierpnia (rys. 2).

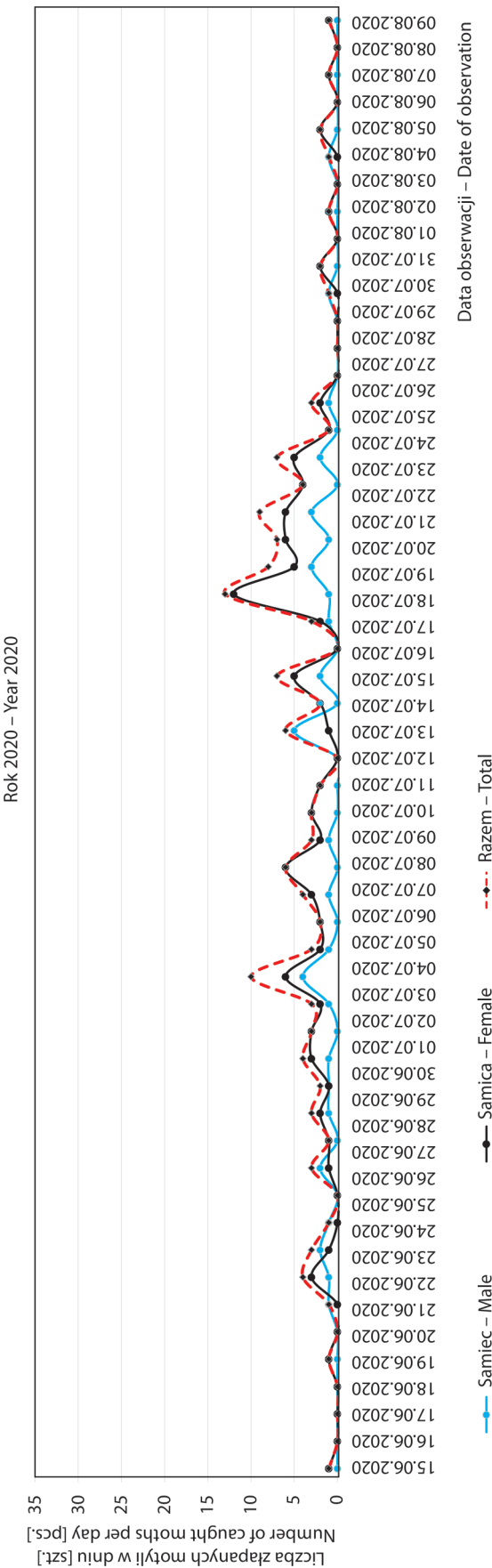
W 2021 roku łącznie odłowiono do pułapki świetlnej 245 osobników *O. nubilalis*, w tym 81 samców i 164 samice. Podobnie jak w roku wcześniejszym, samice były płcią dominującą w odłowach i stanowiły 66,9% ogółu odłowionych osobników (rys. 5).

W 2022 roku naloty motyli omacnicy prosowianki w Szalkowie rozpoczęły się od 16 czerwca, gdy kukurydza była w fazie 15–16 liści (BBCH 15–16). W tym czasie odłowiono jednego samca i dwie samice. W tym samym roku przyrost liczebności osobników w pułapce świetlnej następował bardzo nieregularnie wskutek czynników pogodowych, głównie opadów deszczu. Podobnie, jak rok wcześniej odnotowano kilka większych szczytów liczebności szkodnika, które były rozciągnięte w czasie. Z punktu widzenia ochrony kukurydzy, rozciągnięty w czasie nalot motyli z kilkoma szczytami liczebności utrudnia ustalenie optymalnego terminu zwalczania szkodnika.

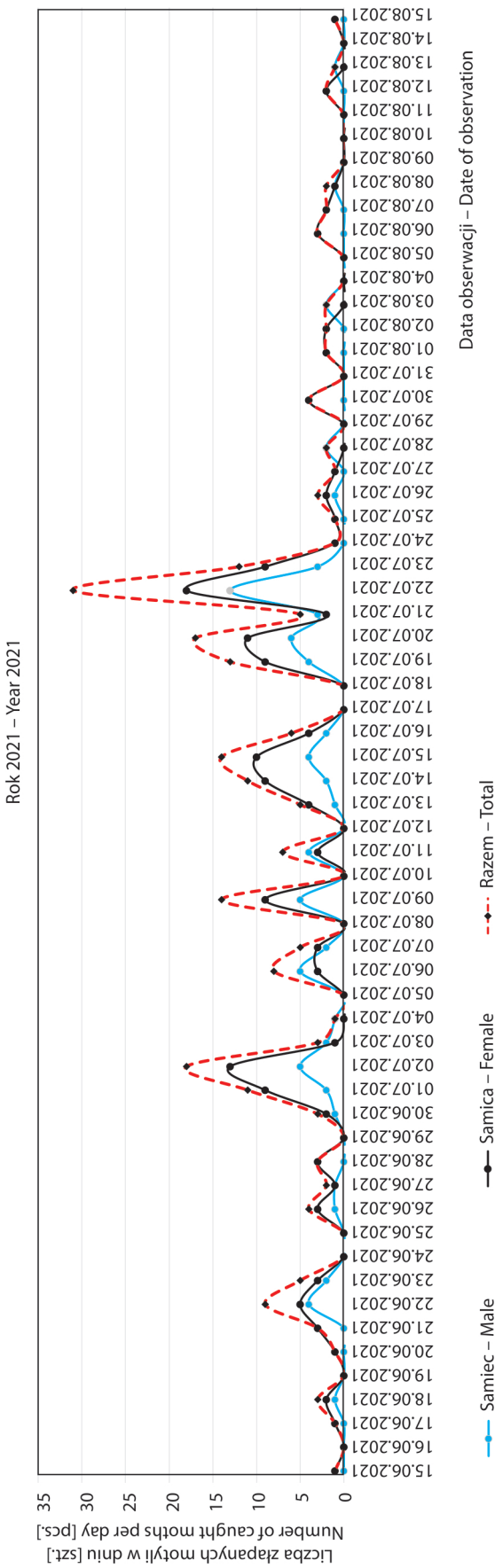
Jak wykazano na rysunku 3., odstęp pomiędzy większymi szczytami nalotu motyli szkodnika był dość duży. Liczniejsze naloty motyli przypadały w dniach: 8 i 14 lipca, a następnie w dniu 21 lipca, gdy kukurydza była w fazie dojrzałości mleczonej ziarna (BBCH 73), odnotowano najwyższą liczebność gatunku w analizowanym sezonie (27 osobników, w tym 22 samice). Po maksimum nalotu szkodnika na początku trzeciej dekady lipca, kolejne liczniejsze naloty motyli przypadły 26 lipca (13 osobników). Pewnym zaskoczeniem były odłowienia przeprowadzone w dniu 3 sierpnia, gdy do pułapki odłowiono aż 20 motyli *O. nubilalis*. Po tym terminie dynamika nalotów imago całkowicie załamała się. Ostatniego osobnika (samice) odłowiono w dniu 13 sierpnia (rys. 3).

W 2022 roku do pułapki świetlnej odłowiono łącznie 224 motyle, w tym 66 samców i 158 samic. Osobniki żeńskie w całym zebranych materiale biologicznym stanowiły 70,5% (rys. 5).

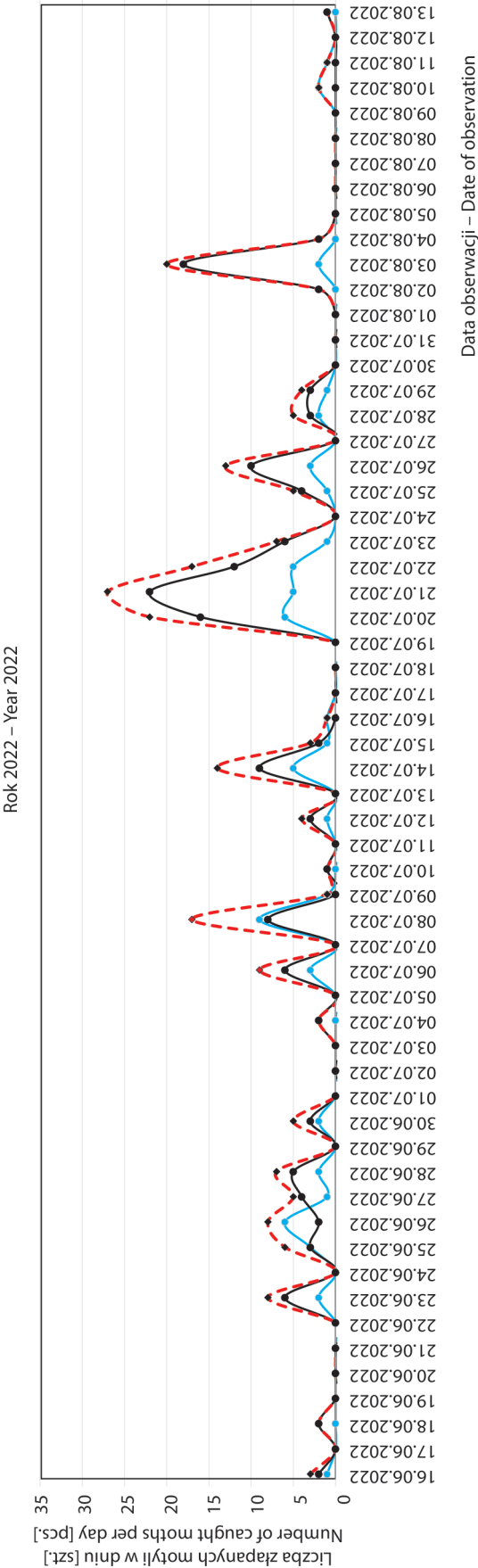
W ostatnim roku badań (2023) wykonanych w Tynwaldzie, warunki pogodowe były całkowicie odmienne niż w latach poprzednich. W czerwcu i lipcu wystąpiła susza oraz wysokie temperatury. Pogoda miała negatywny wpływ na kukurydzę, przyczyniła się do ograniczenia wzrostu ro-



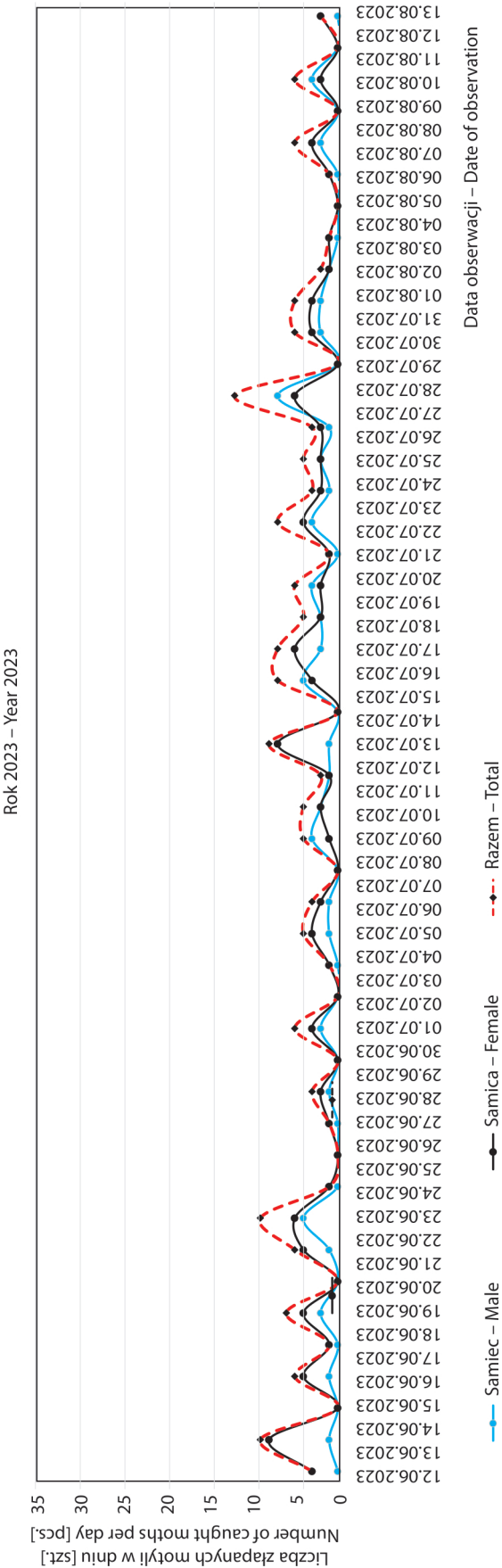
Rys. 1. Dynamika lotów motyli *Ostrinia nubilalis* w 2020 roku w Tynwałdzie
Fig. 1. Flight dynamics of *Ostrinia nubilalis* moths in 2020 in Tynwałd



Rys. 2. Dynamika lotów motyli *Ostrinia nubilalis* w 2021 roku w Szalkowie
Fig. 2. Flight dynamics of *Ostrinia nubilalis* moths in 2021 in Szalków



Rys. 3. Dynamika lotów motyli *Ostrinia nubilalis* w 2022 roku w Szalkowie
Fig. 3. Flight dynamics of *Ostrinia nubilalis* moths in 2022 in Szalków



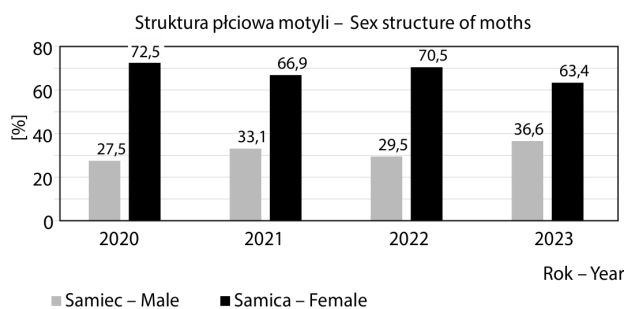
Rys. 4. Dynamika lotów motyli *Ostrinia nubilalis* w 2023 roku w Tynwaldzie
Fig. 4. Flight dynamics of *Ostrinia nubilalis* moths in 2023 in Tynwald

ślin i szybszego dojrzewania. W omawianym roku pierwsze osobniki *O. nubilalis* odłowiono 12 czerwca, w czasie, gdy kukurydza miała 14–15 liści (BBCH 14–15). Jako pierwsze pojawiły się 3 samice. W kolejnych tygodniach zachowanie szkodnika było diametralnie inne niż we wcześniejszych latach odłowów. Naloty imago były nieregularne i mało liczne, bez wyraźnego szczytu nalotu. Jedynie w dniu 16 lipca, gdy kukurydza dopiero rozwijała wiechy (BBCH 53) liczba odłowionych osobników wyniosła 12 (rys. 4). Taki nalot szkodnika nie pozwalał wskazać optymalnego terminu ewentualnego jego zwalczania. Rośliny wykazujące brak wody, których liście skręcały się w rurkę wskutek spadku turgoru nie były atrakcyjnym miejscem dla szkodnika. Po raz pierwszy także w analizowanym czteroleciu pojaw omacnicy prosowianki zakończył się 28 lipca, gdy odłowiono ostatnie 2 samice w sezonie.

W całym okresie odłowu omacnicy prosowianki w 2023 roku pozyskano do pułapki świetlnej 153 motyle, w tym 56 samców i 97 samic. Samice stanowiły w tym roku 63,4% populacji (rys. 5). Podobnie niską liczebność gatunku stwierdzono w 2020 roku.

Analizując zebrane wyniki badań związane z dynamiką lotów motyli omacnicy prosowianki na obszarze województwa warmińsko-mazurskiego należy stwierdzić, że populacja gatunku w rejonie badań była liczna i stabilna w latach. Można potwierdzić, że omacnica prosowianka w tym rejonie tworzy stabilną populację.

Biorąc pod uwagę obecność omacnicy prosowianki na kukurydzy od lat 50. minionego wieku, wykonano stosunkowo niewiele badań dotyczących dynamiki lotów imago *O. nubilalis* w poszczególnych regionach. Brakuje ogólnokrajowego systemu jej monitorowania np. z wykorzystaniem efektywnych pułapek świetlnych (Bereś 2014). Jest to konieczne dla potrzeb określenia właściwego terminu zwalczania omacnicy prosowianki, co decyduje o skuteczności zastosowanych metod ochrony roślin. Jak podają Jansens i wsp. (1997) gąsienice *O. nubilalis* narażone są na zastosowanie insektycydów lub wrogów naturalnych jedynie przez krótki czas, zanim wgryzą się do wnętrza roślin.



Rys. 5. Struktura płci motyli *Ostrinia nubilalis* w Tynwałdzie i Szalkowie w latach 2020–2023

Fig. 5. Sex structure of captured *Ostrinia nubilalis* moths in Tynwałd and Szalkowo in 2020–2023

W czteroletnich badaniach własnych związanych z wykorzystaniem pułapki świetlnej, pierwsze motyle omacnicy prosowianki pojawiały się w połowie czerwca. Zaobserwowany termin pojawu szkodnika w samolówkach jest wcześniejszy aniżeli ten, który potwierdził Bereś (2012) w latach 2006–2008 na Podkarpaciu. Żołnierza i Hurej (2007) na południu Polski pierwsze motyle *O. nubilalis* stwierdzali w pułapce świetlnej od drugiej dekady czerwca. Z kolei Kania (1961) w okolicach Wrocławia obserwował obecność pierwszych motyli w trzeciej dekadzie czerwca oraz w pierwszej dekadzie lipca, natomiast Pieprzyk i Romankow (1960) w okolicach Brzegu w województwie opolskim stwierdzali naloty pierwszych osobników w pierwszej dekadzie lipca.

W badaniach wykonanych na Warmii i Mazurach, maksimum liczebności motyli *O. nubilalis* w pułapce świetlnej zwykle przypadało pod koniec drugiej oraz na początku trzeciej dekady lipca. Z badań Kani (1961), Żołnierza i Hureja (2007) oraz Beresia (2012) wynika, że szczyty liczebności imago występowały w pułapkach świetlnych w pierwszej oraz drugiej dekadzie lipca. Jedynie Pieprzyk i Romankow (1960) największe nasilenie występowania motyli stwierdzali pod koniec lipca i na początku sierpnia. Dane te wyjaśniają skąd się wziął liczny nalot szkodnika w dniu 3 sierpnia 2022 roku w badaniach własnych. Mimo, że był to pojaw incydentalny i nie powtórzył się w innych sezonach, to wskazuje, że terminy nalotów motyli nie zawsze są przewidywalne, a zatem należy je monitorować co najmniej do pierwszej dekady sierpnia.

Ostatnie motyle w pułapce świetlnej stwierdzano w sierpniu, zarówno w pierwszej, jak i drugiej dekadzie tego miesiąca, co jest zbieżne z obserwacjami Kani (1961), Żołnierza i Hureja (2007) oraz Beresia (2012). Jedynie w suchym i upalnym roku 2023, szkodnik zakończył loty pod koniec lipca. Kania (1961) zauważył w swoich badaniach, że w okresie stosunkowo chłodnym z nielicznymi opadami deszczu motyle omacnicy prosowianki latały najdłużej. W okresie ciepłym i deszczowym nieco krócej, a najkrócej w okresie upałów i suszy. Informacje te potwierdzają krótki lot szkodnika w 2023 roku. Bereś (2012) także zaobserwował, że długość odłowów motyli *O. nubilalis* do pułapki świetlnej była związana z przebiegiem warunków meteorologicznych. W lata korzystne dla lotów szkodnika okres jego występowania kończył się w pierwszej lub na początku drugiej dekady sierpnia, natomiast w deszczowym roku termin lotu zakończył się dopiero pod koniec sierpnia. Tak późnej obecności motyli szkodnika na obszarze Warmii i Mazur nie zanotowano w analizowanym czteroleciu.

W badaniach własnych jako pierwsze w pułapce świetlnej pojawiały się zwykle samice. Z kolei w obserwacjach Beresia (2012) to głównie samce pierwsze nalatywały na uprawy kukurydzy. Zaobserwowana w latach 2020–2023 dominacja samic w populacji odławianych motyli ma swoje potwierdzenie także w badaniach innych autorów, m.in. Poosa (1927), Kani (1961), Żołnierza i Hureja (2007) oraz Beresia (2012).

Wnioski / Conclusions

1. W województwie warmińsko-mazurskim w okolicach Iławy występuje liczna i stabilna populacja omacnicy prosowianki.
2. Pierwsze naloty motyli *O. nubilalis* na rośliny kukurydzy obserwowano od połowy czerwca. Największą liczebność motyli obserwowano pod koniec drugiej i w trzeciej dekadzie lipca.
3. W okresie suchej i upalnej pogody liczebność gatunku była niska, a okres lotów krótki. W okresie deszczowej pogody i niskich temperatur populacja gatunku także była niska.
4. Opady deszczu to główny czynnik zakłócający loty motyli *O. nubilalis* w okresie badań.
5. W trakcie deszczowego lata obserwowano po kilka szczytów nalotu motyli, co utrudnia określenie terminu wykonania zabiegów ochrony roślin. Płcią dominującą w odłowach omacnicy prosowianki latach 2020–2023 były samice.

Literatura / References

- Alma A., Lessio F., Reyneri A., Blandino M. 2005. Relationships between *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) feeding activity, crop technique and mycotoxin contamination of corn kernel in northwestern Italy. *International Journal of Pest Management* 51 (3): 165–173. DOI: 10.1080/09670870500179698
- ARiMR 2023. Powierzchnie upraw w gminach (Dane w hektarach z wniosków o przyznanie płatności bezpośrednich). Kukurydza. [Crop areas in communes (Data in hectares from applications for direct payments). Maize]. Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Warszawa. <https://rejestrupraw.arimr.gov.pl/#> [dostęp: 14.09.2023].
- Bereś P.K. 2012. Flight dynamics of *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Crambidae) based on the light and pheromone trap catches in Nienadówka (South-Eastern Poland) in 2006–2008. *Journal of Plant Protection Research* 52 (1): 130–138. DOI: 10.2478/v10045-012-0021-8
- Bereś P.K. 2014. Monitoring występowania i sygnalizacja terminów zwalczania omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) w Polsce – stan obecny i perspektywy. [Monitoring of occurrence and notifying dates for European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) control measures in Poland – current situation and perspective]. *Progress in Plant Protection* 54 (3): 276–282. DOI: 10.14199/ppp-2014-044
- Bereś P.K. 2016. Omacnica prosowianka bez tajemnic. Kompendium wiedzy. [European corn borer without secrets. Knowledge compendium]. Hortpress, Warszawa, 128 ss. ISBN 978-83-657-823-80.
- Bereś 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
- Bereś P.K., Mrówczyński M. (red.). 2016. Metodyka integrowanej ochrony i produkcji kukurydzy dla doradców. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 261 ss. ISBN 978-83-64655-23-4.
- 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., Ziętara P., Konieczny 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
- Grodner J., Sułek A., Wyżińska M., Nieróbca P., Warzecha R., Ogórkiewicz M. 2020. Ochrona plantacji kukurydzy przed omacnicą prosowianką (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). [Protection of maize plantations against the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)]. *Przemysł Chemiczny* 99 (8): 1177–1182. DOI: 10.15199/62.2020.8.12
- Haliniarz M., Bojarczyk M. 2007. Szkodliwość omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) dla transgenicznych 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.
- Jansens S., van Vliet A., Dickburt C., Buysse L., Piens C., Saey B., De Wulf A., Gosselé V., Paez A., Göbel E., Peferoen M. 1997. Transgenic corn expressing a Cry9C insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis* protected from European corn borer damage. *Crop Science* 37 (5): 1616–1624. DOI: 10.2135/cropsci1997.0011183X003700050035x
- Kania C. 1961. Z badań nad omacnicą prosowianką – *Pyrausta nubilalis* (Hbn.) na kukurydzy w okolicach Wrocławia w latach 1956–1959. [Investigations on European corn borer – *Pyrausta nubilalis* (Hbn.) preying on maize in environs of Wrocław in 1956–1959]. *Polskie Pismo Entomologiczne, Seria B*, 3–4 (23–24): 165–181.
- 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.
- KOWR 2022. Tendencje na globalnym i krajowym rynku kukurydzy. Komunikat z dnia 31 stycznia 2022. Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa, Biuro Analiz i Strategii, Warszawa. <https://www.gov.pl/web/kowr/aktualnosci-rynkowe> [dostęp: 14.09.2023].
- Krasowicz S., Madej A. 2020. Organizacyjno-ekonomiczne uwarunkowania produkcji zbóż w różnych regionach Polski. [Organizational and economic conditions of cereal production in different regions of Poland]. *Studia i Raporty IUNG – PIB* 62 (16): 35–70. DOI: 10.26114/sir.iung.2020.62.02

- Księżak J. 2008. Regionalne zróżnicowanie uprawy kukurydzy w Polsce w latach 2000–2006. [The regional differentiation of maize cropping area in Poland within 2000–2006]. *Acta Scientiarum Polonorum, Series Agricultura* 7 (4): 47–60.
- Lisowicz F. 2001. The occurrence of economically important maize pests in south-eastern Poland. *Journal of Plant Protection Research* 41 (3): 250–255.
- 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*. Wydanie I (A. Dubas, red.). Wieś Jutra, Warszawa, 133 ss. ISBN 83-89503-17-4.
- Magg T., Melchinger A.E., Klein D., Bohn M. 2002. Relationship between European corn borer resistance and concentration of mycotoxins produced by *Fusarium* spp. in grains of transgenic *Bt* maize hybrids, their isogenic counterparts, and commercial varieties. *Plant Breeding* 121 (2): 146–154. DOI: 10.1046/j.1439-0523.2002.00659.x
- Munkvold G.P., Hellmich R.L., Rice L.G. 1999. Comparison of fumonisin concentrations in kernels of transgenic *Bt* maize hybrids and nontransgenic hybrids. *Plant Diseases* 83 (2): 130–138. DOI: 10.1094/PDIS.1999.83.2.130
- Pieprzyk W., Romankow W. 1960. Wyniki jednorocznych obserwacji nad biologią omacnicy prosowianki (*Pyrausta nubilalis* Hbn., Lepidoptera, Tortricidae). [Results of one-year observations on the biology of the European corn borer (*Pyrausta nubilalis* Hbn., Lepidoptera, Tortricidae)]. *Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin* 9: 127–139.
- Poos F.W. 1927. Biology of the European corn borer (*Pyrausta nubilalis* Hübn.) and two closely related species in northern Ontario. *Ohio Journal of Science* 27 (2): 47–94.
- Sobek E.A., Munkvold G.P. 1999. European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) larvae as vectors of *Fusarium moniliforme*, causing kernel rot and symptomless infection of maize kernels. *Journal of Economic Entomology* 92 (3): 503–509. DOI: 10.1093/jee/92.3.503
- 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 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.
- Żołnierz R., Hurej M. 2007. Porównanie odłowów omacnicy prosowianki przy użyciu pułapek świetlnej i feromonowych. [Comparison of European corn borer catches in light and pheromone traps]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (4): 267–271.