

Received: 04.02.2019 / Accepted: 04.03.2019

Alternative host plants for *Ostrinia nubilalis* Hbn. and *Diabrotica v. virgifera* LeConte beetles in southern Poland

Alternatywne rośliny żywicielskie dla *Ostrinia nubilalis* Hbn. oraz chrząszczy *Diabrotica v. virgifera* LeConte w południowej Polsce

Paweł K. Beres^{1*}, Sławomir Drzewiecki², Łukasz Siekaniec¹, Łukasz Kontowski³

Summary

The aim of the research was to study the host plants for the *Ostrinia nubilalis* larvae and *Diabrotica v. virgifera* beetles in southern Poland. The feeding of *O. nubilalis* larvae was confirmed on the following cultivated plants: *Humulus lupulus*, *Malus domestica*, *Rubus idaeus*, *Panicum miliaceum*, *Capsicum annuum*, *Rheum rhabarbarum*, *Sorghum vulgare* and *Vitis vinifera*. Larvae damaged the most plants of the *H. lupulus*. In addition, the larvae also feed on the following weeds: *Artemisia vulgaris*, *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Chenopodium polyspermum*, *Hyoscyamus niger*, *Atriplex patula*, *Arctium tomentosum*, *Solanum nigrum*, *Polygonum persicaria*, *Polygonum lapathifolium*, *Amaranthus retroflexus* and *Rumex crispus*. The most individuals were found in stems of *A. vulgaris*. *Diabrotica virgifera* beetles mainly sought for pollen on the following cultivated plants: *Citrullus lanatus*, *Cucurbita pepo* convar. *giromontiina*, *Cucurbita pepo*, *Phaseolus vulgaris*, *Calendula officinalis*, *Cucumis melo*, *Cucumis sativus*, *Helianthus annuus* and *Helianthus tuberosus*. The most individuals were found on cucurbits. In addition, adults occurred on the following weeds: *E. crus-galli*, *C. album*, *C. polyspermum*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*, *Solidago virgaurea*, *Cirsium arvense*, *Amaranthus retroflexus*, *Setaria glauca*, *Setaria viridis* and *Galinsoga parviflora*.

Key words: *Ostrinia nubilalis*, *Diabrotica virgifera*, Poland, alternative host plants

Streszczenie

Celem badań było poznanie alternatywnych w stosunku do kukurydzy roślin żywicielskich dla gąsienic *Ostrinia nubilalis* oraz chrząszczy *Diabrotica v. virgifera* w południowej Polsce. Stwierdzono żerowanie gąsienic *O. nubilalis* na następujących roślinach uprawnych: *Humulus lupulus*, *Malus domestica*, *Rubus idaeus*, *Panicum miliaceum*, *Capsicum annuum*, *Rheum rhabarbarum*, *Sorghum vulgare* oraz *Vitis vinifera*. Gąsienice uszkadzały najbardziej *H. lupulus*. Ponadto gąsienice żerowały także na następujących chwastach: *Artemisia vulgaris*, *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Chenopodium polyspermum*, *Hyoscyamus niger*, *Atriplex patula*, *Arctium tomentosum*, *Solanum nigrum*, *Polygonum persicaria*, *Polygonum lapathifolium*, *Amaranthus retroflexus* oraz *Rumex crispus*. Najwięcej gąsienic stwierdzano w łodygach *A. vulgaris*. Chrząszcze *D. virgifera* poszukiwały głównie pyłku na następujących roślinach uprawnych: *Citrullus lanatus*, *Cucurbita pepo* convar. *giromontiina*, *Cucurbita pepo*, *Phaseolus vulgaris*, *Calendula officinalis*, *Cucumis melo*, *Cucumis sativus*, *Helianthus annuus* oraz *Helianthus tuberosus*. Najwięcej osobników odnotowano na roślinach dyniowatych. Ponadto owady występowały na następujących chwastach: *E. crus-galli*, *C. album*, *C. polyspermum*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*, *Solidago virgaurea*, *Cirsium arvense*, *Amaranthus retroflexus*, *Setaria glauca*, *Setaria viridis* oraz *Galinsoga parviflora*.

Słowa kluczowe: *Ostrinia nubilalis*, *Diabrotica virgifera*, Polska, alternatywne rośliny żywicielskie

¹Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie
Langiewicza 28, 35-101 Rzeszów

²Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Sońnicowice
Gliwicka 29, 44-153 Sońnicowice

³PROCAM Sp. z o.o.
Nowy Świat 42/44, 80-299 Gdańsk

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

Wstęp / Introduction

Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) oraz stonka kukurydziana (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) są zaliczane do najgroźniejszych szkodników kukurydzy (*Zea mays* L.) na świecie (Dillehay i wsp. 2004; Gray i wsp. 2009; Hutchison i wsp. 2010). Pierwszy gatunek wywodzi się ze środkowej części Azji, a w Europie pojawił się około 500 lat temu, zanim jeszcze zaczęto uprawiać kukurydzę (Thomas i wsp. 2003). W granicach obecnej Polski owad został stwierdzony w latach 1860–1880 w okolicach Krakowa, Wrocławia i Szczecina, natomiast na kukurydzy żeruje od lat 50. dwudziestego wieku, gdy wykryto jego obecność w południowo-zachodniej części kraju (Kania 1962a, b; Bereś 2016). Obecnie omacnica prosowianka zasiedla cały kraj, przy czym największą jej liczebność obserwuje się w regionach południowych i częściowo środkowych (Bereś i Konefał 2015; Bereś 2016).

Stonka kukurydziana jest gatunkiem o amerykańskim pochodzeniu. Do Europy została zawleczona z Ameryki Północnej pod koniec dwudziestego wieku, a jej pierwsze wykrycie miało miejsce w Serbii w 1992 roku (Bača 1994; Bača i wsp. 1995). W Polsce szkodnik został wykryty po raz pierwszy w 2005 roku w okolicach Rzeszowa i Dukli, natomiast w kolejnych latach występował w całej południowej, częściowo środkowej i północnej części kraju (Sahajdak i wsp. 2006; Bereś i wsp. 2015).

W Europie, w tym w Polsce omacnica prosowianka i stonka kukurydziana aktualnie najliczniej rozwijają się na polach kukurydzy. Jest to ich podstawowa roślina żywicielska. Zarówno gąsienice *O. nubilalis*, jak i chrząszcze *D. virgifera* są polifagami, które obok kukurydzy mogą zasiedlać inne rośliny dostarczające im pokarm (Bereś i wsp. 2017). Dzieje się to zwłaszcza w tych okresach, w których kukurydza nie jest już atrakcyjnym źródłem pożywienia. W wielu krajach poznano zakres roślin żywicielskich dla obu gatunków, niemniej w Polsce ta tematyka przez wiele lat była mało poznana.

Celem badań było poznanie alternatywnych w stosunku do kukurydzy roślin żywicielskich dla gąsienic *O. nubilalis* oraz chrząszczy *D. v. virgifera* w południowej Polsce.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania przeprowadzono w latach 2014–2018 i ich celem było sprawdzenie, na jakich roślinach uprawnych i dziko rosnących znajdujących się w pobliżu (lub na plantacjach) pól kukurydzy mogą żerować gąsienice omacnicy prosowianki i chrząszcze stonki kukurydzianej. Badania wykonano na obszarze sześciu województw: lubelskiego (miejscowości: Polichna, Wolica Brzozowa, Krasnystaw), podkarpackiego (Nienadówka, Krzeczowice, Głuchów, Rzeszów, Boguchwała, Dynów), małopolskiego (Borzęcin,

Nieznaniowice), śląskiego (Sośnicowice, Sławików, Racibórz, Żernica), opolskiego (Krapkowice, Wołczyn, Kluczbork, Łosiów) i dolnośląskiego (Rynakowice, Wierzbo, Krościna Mała, Korzeńsko). Obserwacjami objęto zarówno duże plantacje produkcyjne kukurydzy zwyczajnej (*Zea mays* L.) i kukurydzy cukrowej (*Z. mays* var. *saccharata*) o powierzchni do 20–50 ha, jak również bardzo małe areale tych roślin (do 0,20 ha), w tym także kukurydzy ozdobnej (*Z. mays* var. *japonica*), kukurydzy popcorn (*Z. mays* var. *evarta*) oraz kukurydzy niebieskiej (*Z. mays* var. *indurata*). Uprawy kukurydzy zlokalizowane były zarówno w terenach typowo rolniczych, jak i w przydomowych ogródkach oraz na działkach rekreacyjnych. Obserwacje prowadzono okazjonalnie, przynajmniej raz w miesiącu, od lipca do października lub listopada (w zależności od przebiegu wegetacji) w każdym roku badań, w każdym w województwie. Analizowano rośliny dziko rosnące (w tym te uznane za chwasty) znajdujące się w pasach brzeżnych uprawy (do 10 metrów w głąb łąnu – o ile nie były zwalczane), a także te znajdujące się wokół samej plantacji między innymi na miedzach, przy rowach melioracyjnych, bądź tworzące zarośla śródpolne. Dodatkowo, jeżeli do 50 metrów od roślin kukurydzy znajdowały się inne rośliny uprawiane przez człowieka np. warzywa, drzewa owocowe, krzewy jagodowe, rośliny ozdobne, inne rośliny rolnicze, również one były analizowane na obecność obu szkodników. W każdej miejscowości przeglądano za każdym razem 400–500 roślin podczas każdej obserwacji. W przypadku gąsienic omacnicy prosowianki szukano w roślinach wygryzanych przez nie otworów oraz trocin. Z chwilą znalezienia objawów żerowania szkodnika rozcinano fragment łodygi celem potwierdzenia obecności gąsienic. W odniesieniu do chrząszczy stonki kukurydzianej poszukiwano ich obecności na nadziemnych częściach roślin, zarówno na liściach, jak i kwiatach. Dodatkowo weryfikowano, czy w danej chwili owad pobierał tkankę roślinną, a także czy były ślady jego wcześniejszego żerowania. W trakcie wykonywanych obserwacji za każdym razem oznaczano gatunek rośliny, na której wykryto żerujące szkodniki.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

We wszystkich sześciu województwach stwierdzono obecność omacnicy prosowianki oraz chrząszczy stonki kukurydzianej. Na powszechność występowania obu szkodników w południowej części kraju wskazuje Bereś i Konefał (2015) oraz Bereś i wsp. (2015). Najwyższą liczebność obu gatunków na plantacjach kukurydzy stwierdzono w województwie podkarpackim, śląskim, opolskim i dolnośląskim.

Listę gatunków roślin innych niż kukurydza, które zostały zasiedlone przez gąsienice omacnicy prosowianki wymieniono w tabeli 1. Szkodnika wykryto na 8 gatunkach

Tabela 1. Rośliny uprawne i dziko rosnące zasiedlone przez gąsienice omacnicy prosowianki
 Table 1. Cultivated and wild growing plants colonized by European corn borer larvae

Rodzaj rośliny Type of plant	Gatunek rośliny Plant species	Województwa – Province					
		lubelskie	podkarpackie	małopolskie	śląskie	opolskie	dolnośląskie
Roślina uprawna Cultivated plant	chmiel (<i>Humulus lupulus</i>)	+	–	–	–	–	–
	jabłoń (<i>Malus domestica</i>)	+	+	–	–	–	–
	malina (<i>Rubus idaeus</i>)	+	+	+	–	–	–
	proso zwyczajne (<i>Panicum miliaceum</i>)	+	+	–	–	–	–
	papryka (<i>Capsicum annuum</i>)	–	+	+	+	–	–
	rabarbar (<i>Rheum rhubarbarum</i>)	–	+	+	–	–	–
	sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>)	+	+	–	+	+	+
	winorośl (<i>Vitis vinifera</i>)	–	+	–	–	–	–
Roślina dziko rosnąca Wild plant	bylica pospolita (<i>Artemisia vulgaris</i>)	+	+	–	–	–	–
	chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	–	+	–	–	+	+
	komosa biała (<i>Chenopodium album</i>)	+	+	–	+	+	+
	komosa wielonasienna (<i>Chenopodium polyspermum</i>)	–	+	–	+	+	–
	lulek czarny (<i>Hyoscyamus niger</i>)	–	+	–	–	–	–
	łoboda rozłożysta (<i>Atriplex patula</i>)	–	+	–	–	+	+
	łopian pajęczynowaty (<i>Arctium tomentosum</i>)	+	+	–	–	–	–
	psianka czarna (<i>Solanum nigrum</i>)	–	+	+	+	+	+
	rdest płamisty (<i>Polygonum persicaria</i>)	–	+	–	–	+	–
	rdest szczawiolistny (<i>Polygonum lapathifolium</i>)	–	+	–	–	–	–
	szarłat szorstki (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	+	+	–	+	+	+
	szczaw kędzierzawy (<i>Rumex crispus</i>)	–	+	+	–	–	–

+ stwierdzono występowanie, – nie stwierdzono występowania
 + found, – not found

roślin uprawnych oraz 12 dzikorosnących zaliczanych do chwastów. Jest to niewielka liczba gatunków, zważywszy na to, że *O. nubilalis* jest wybitnym polifagiem (Bengtsson i wsp. 2006). W USA już w latach 20. minionego wieku Hodgson (1928) stwierdził, że owad ten żywi się roślinami reprezentującymi 131 rodzajów należących do 40 rodzin,

w tym uszkadza zboża, trawy, chwasty, rośliny zielne, kwiaty i drzewa. Brindley i Dicke (1963) również potwierdzają duże zróżnicowanie roślin żywicielskich dla tego gatunku. Dicke (1932) oraz Lewis (1975) donoszą, że w USA omacnica prosowianka zasiedla około 200–233 gatunków roślin uprawnych i dziko rosnących.

Tabela 2. Rośliny uprawne i dziko rosnące zasiedlone przez chrząszcze stonki kukurydzianej
 Table 2. Cultivated and wild growing plants colonized by Western corn rootworm beetles

Rodzaj rośliny Type of plant	Gatunek rośliny Plant species	Województwa – Province					
		lubelskie	podkarpackie	małopolskie	śląskie	opolskie	dolnośląskie
Roślina uprawna Cultivated plant	arbuz (<i>Citrullus lanatus</i>)	–	+	+	–	+	–
	cukinia (<i>Cucurbita pepo</i> convar. <i>giromontiina</i>)	+	+	+	+	+	+
	dynia (<i>Cucurbita pepo</i>)	+	+	+	+	+	+
	fasola zwykła (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	–	+	+	–	–	–
	nagietek lekarski (<i>Calendula officinalis</i>)	–	+	–	–	–	–
	melon (<i>Cucumis melo</i>)	–	+	+	–	–	–
	ogórek gruntowy (<i>Cucumis sativus</i>)	+	+	+	–	–	+
	słonecznik (<i>Helianthus annuus</i>)	–	+	+	–	–	–
	topinambur (<i>Helianthus tuberosus</i>)	–	+	–	–	–	–
Roślina dziko rosnąca Wild plant	chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	+	+	–	+	+	+
	komosa biała (<i>Chenopodium album</i>)	+	+	–	+	–	+
	komosa wielonasienna (<i>Chenopodium polyspermum</i>)	+	+	+	+	+	+
	mleczyk polny (<i>Sonchus arvensis</i>)	–	+	+	+	+	–
	mniszek pospolity (<i>Taraxacum officinale</i>)	–	+	+	–	+	–
	nawłóć pospolita (<i>Solidago virgaurea</i>)	+	+	–	+	+	–
	ostrożeń polny (<i>Cirsium arvense</i>)	+	+	–	+	+	+
	szarłat szorstki (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	–	+	–	–	–	–
	włośnica sina (<i>Setaria glauca</i>)	–	+	–	+	+	+
	włośnica zielona (<i>Setaria viridis</i>)	–	+	–	+	+	+
	żółtlica drobnokwiatowa (<i>Galinsoga parviflora</i>)	–	+	–	–	–	–

+ stwierdzono występowanie, – nie stwierdzono występowania
 + found, – not found

Losey i wsp. (2002) wskazują, że jednym z kryteriów wpływających na obecność gąsienic *O. nubilalis* w tkankach roślin jest wystarczająca grubość pędów umożliwiających owadowi drążenie tuneli. Lepsze warunki do przeżycia owad znajduje w roślinach grubołądgowych.

W badaniach własnych, aktywnie żerujące w tkankach gąsienice spotkano w tkankach roślin uprawnych znajdujących się w pobliżu kukurydzy już od końca lipca, co oznacza, że motyle musiały złożyć jaja na tych gatunkach. Takimi gatunkami były typowe rośliny żywicielskie dla *O. nubi-*

lalis znane od wielu lat, jak np. chmiel, proso zwyczajne i sorgo. Na tych roślinach szkodnik był stwierdzany w kraju wcześniej między innymi przez Kanię (1961), Jastrzębskiego (1999) oraz Beresia (2012). Szczególnie silnie uszkadzany był chmiel, w którego pędach spotykano niekiedy po kilka gąsienic. Pojedyncze osobniki znajdowano także w pędach innych roślin, które dotychczas w poszczególnych regionach nie były znane jako alternatywne rośliny żywicielskie dla gatunku, a do których należały: młode pędy jabłoni, maliny, rabarbaru i winorośli, a także owoce papryki uprawianej w gruncie. O żerowaniu szkodnika w owocach papryki oraz pędach winorośli donosili już Kupczak (2003) oraz Mazurek (2017). Owady na wymienionych roślinach stwierdzano głównie od sierpnia, chociaż w 2018 roku pojawiły się pod koniec lipca. Stwierdzone osobniki mogły pochodzić z jaj złożonych przez motyle bezpośrednio na wymienionych roślinach, ewentualnie migrowały z sąsiadujących roślin kukurydzy.

W odniesieniu do omacnicy prosowianki wiadomym jest także, że owad może zimować w chwastach gruboładogowych, niemniej dotychczas w Polsce brakowało informacji wskazujących na to, czy również aktywnie żeruje na chwastach w okresie pełni wegetacji kukurydzy. W wykonanych badaniach zaobserwowano obecność młodych gąsienic wewnątrz pędów chwastów 12 gatunków. Notowano je wewnątrz tkanek już od końca lipca lub początku sierpnia i pozostawały w nich do końca sezonu wegetacyjnego (zimowały w nich). Szczególnie chętnie zasiedlane były: bylica pospolita, komosa biała, komosa wielonaśienna, łoboda rozłożysta, psianka czarna i szarłat szorstki. W tkankach tych roślin zwykle spotykano pojedyncze gąsienice, w wyjątkowych przypadkach po dwa osobniki.

W odniesieniu do chrząszczy stonki kukurydzianej, ich obecność obok różnych rodzajów kukurydzy zanotowano także na 9 gatunkach roślin uprawnych oraz na 11 gatunkach chwastów (tab. 2). Podobnie jak omacnica prosowianka, chrząszcze *D. virgifera* są polifagami dla których szczególnie atrakcyjnym pożywieniem jest pyłek roślin, stąd po zakończeniu kwitnienia kukurydzy mogą migrować w poszukiwaniu kwitnących chwastów oraz innych roślin (Moeser i Hibbard 2005; Sivčev i wsp. 2012; Toepfer i wsp. 2013). Współwystępowanie różnych roślin kwitnących poza kukurydzą może mieć wpływ na procesy rozrodcze gatunku (Moeser i Hibbard 2005).

Chrząszcze stwierdzane były głównie na kwiatach roślin, skąd pobierały pyłek w czasie, gdy kukurydza już zakończyła kwitnienie. Owady tylko sporadycznie wyjadały tkanki blaszek liści. Warte odnotowania jest to, że w większości miejscowości płcią dominującą na roślinach były zapłodnione samice, posiadające silnie rozwinięte odwłoki wypełnione jajami, co wskazuje na to, że potrzebowały pyłku dla celów reprodukcyjnych. Spośród roślin uprawnych najliczniej chrząszcze żerowały na kwiatach dyni, cukinii i melona. Wewnątrz niektórych kwiatów żerowało

po kilkanaście chrząszczy, przez co powodowały silne uszkodzenia tych organów skutkujące brakiem pojawu zawiązku owoców. Na roślinach dyniowatych najwięcej chrząszczy występowało pod koniec sierpnia oraz na początku września. Mniej licznie owady zasiedlały kwiaty ogórka, arbuza, fasoli, słonecznika, topinamburu i nagietka lekarskiego. Inni autorzy również wskazują na żerowanie osobników dorosłych *D. virgifera* na roślinach dyniowatych (Mabry i wsp. 2004; Tallamy i wsp. 2005), a także na słoneczniku i fasoli (Breitenbach i wsp. 2008; Grozea i wsp. 2011, 2017). Na chwastach najliczniej osobniki dorosłe stonki można było spotkać na włośnicach, komosach i nawłoci. W 2018 roku, na Podkarpaciu zaobserwowano ciekawe zjawisko, jakim było żerowanie chrząszczy na kwiatach nawłoci jeszcze w listopadzie, pomimo że kukurydza została już skoszona kilka tygodni wcześniej, co wskazuje na duże znaczenie roślin kwitnących jako czynnika wpływającego na żywotność gatunku. Grozea i wsp. (2015) informują o dużym wpływie kwitnących chwastów na plantacjach kukurydzy na liczebność chrząszczy *D. virgifera* w porównaniu do plantacji, na których były skutecznie zwalczane. Moeser i Vidal (2005) oraz Tallamy i wsp. (2005) wskazują, że w szczególności chrząszcze stonki kukurydzianej zasiedlają gatunki roślin należących do rodzajów *Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp. i *Ambrosia* spp. Szczegółowe badania wykonane w Rumunii przez Grozea i wsp. (2015) wykazały obecność chrząszczy na 10 gatunkach chwastów, do których należały: *Sorghum halepense*, *Chenopodium album*, *Datura stramonium*, *Cirsium arvense*, *Setaria* spp., *Echinochloa crus-galli*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Xanthium strumarium*, *Sonchus arvensis* oraz *Galinsoga parviflora*. Wyniki własne w większości pokrywają się z listą gatunków chwastów zasiedlanych przez chrząszcze w Rumunii.

Wnioski / Conclusions

1. Zarówno omacnica prosowianka, jak i chrząszcze stonki kukurydzianej posiadają w Polsce alternatywne wobec kukurydzy rośliny żywicielskie, przy czym tylko na niektórych pojawiały się liczniej. W przypadku upraw, zagrożenie stanowiły głównie dla chmielu (*O. nubilalis*) oraz roślin dyniowatych (*D. virgifera*).
2. Omacnica prosowianka zasiedlała głównie pędy tych roślin, które pozwalały gąsienicom na żerowanie w ich wnętrzu (gruboładogowe), w tym umożliwiały zimowanie. Gąsienice wykrywane na alternatywnych roślinach żywicielskich mogły pochodzić ze złożonych jaj składanych przez motyle, bądź migrowały po powierzchni gleby z roślin kukurydzy. Najliczniej gąsienice występowały w pędach bylicy pospolitej.
3. Chrząszcze stonki kukurydzianej zasiedlały głównie kwiaty tych roślin dziko występujących, które zakwitały

w momencie przekwitnięcia kukurydzy i zaschnięcia znamion kolb. Rośliny te stanowiły cenne źródło pyłku dla samic, które w tym czasie składały jaja, co wpływało na przedłużenie procesów reprodukcyjnych gatunku i wydłużenie długości ich życia. Najwięcej chrząszczy stwierdzano na mleczu polnym, ostrożeńcu polnym oraz komosach i nawłoci.

4. Zaobserwowano coraz częstsze pojawy obu badanych gatunków na roślinach innych niż kukurydza, dlatego wskazane są dalsze badania nad poznaniem szczegółowego składu gatunkowego alternatywnych roślin żywicielskich na obszarze całego kraju.

Literatura / References

- Bača F. 1994. New member of the harmful entomofauna of Yugoslavia *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera, Chrysomelidae). *Zaštita Bilja* 45 (2): 125–131.
- Bača F., Camprag D., Keresi T., Krnjajic S., Manojlovic B., Sekulic R., Sicev I. 1995. Kukuruzna zlatica *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. *Drustvo za Zaštita Bilja Srbije*, Belgrade: 1–112.
- Bengtsson M., Karpati Z., Szöcs G., Reuveny H., Yang Z., Witzgall P. 2006. Flight tunnel responses of Z strain European corn borer females to corn and hemp plants. *Environmental Entomology* 35 (5): 1238–1243. DOI: 10.1093/ee/35.5.1238.
- Bereś P.K. 2012. 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. [Uszkodzenia powodowane przez *Ostrinia nubilalis* Hbn. na kukurydzy pastewnej (*Zea mays* L.), kukurydzy cukrowej (*Zea mays* var. *saccharata* [Sturtev.] L.H. Bailey) oraz sorgo cukrowego (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) w okolicach Rzeszowa (południowo-wschodnia Polska) w latach 2008–2010]. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 11 (3): 3–16.
- Bereś P.K. 2016. Omacnica prosowianka bez tajemnic. *Kompedium wiedzy*. Hortpress, Warszawa, 128 ss. ISBN 978-83-944529-0-2.
- Bereś P.K., Erlichowski T., Piszczek J., Pruszyński G., Ulatowska A. 2017. Atlas szkodników roślin rolniczych. Wydanie drugie. Hortpress, Warszawa, 191 ss. ISBN 978-83-65782-05-2.
- Bereś P.K., Konefał T. 2015. Występowanie *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) na kukurydzy (*Zea mays* L.) 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.
- Bereś P.K., Sosnowska D., Fiedler Z., Drzewiecki S., Konefał T. 2015. Zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) – występowanie, biologia, szkodliwość oraz strategia zwalczania. Broszura informacyjna. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 44 ss. ISBN 978-83-64655-09-8.
- Breitenbach S., Heimbach U., Fora C., Lauer K.F. 2008. Einfluss verschiedener Wirtspflanzen auf den Adultschlupf des westlichen Maiswurzelbohrers *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) und Parameter der adulten Käfer. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 16: 283–285.
- Brindley T.A., Dicke F.F. 1963. Significant developments in European corn borer research. *Annual Review of Entomology* 8: 155–176. DOI: 10.1146/annurev.en.08.010163.001103.
- Dicke F.F. 1932. Studies of host plants of the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* Hübner, in southeastern Michigan. *Journal of Economy Entomology* 25 (4): 868–878. DOI: 10.1093/jee/25.4.868.
- Dillehay B.L., Calvin D.D., Kratochvil R.J., Kulda G.A., Hyde J.A. 2004. Performance of Bt corn hybrids, their near isolines and leading corn hybrids in Pennsylvania and Maryland. *Agronomy Journal* 96 (3): 818–824. DOI: 10.2134/agronj2004.0818.
- Gray M.E., Sappington T.W., Miller N.J., Moeser J., Bohn M.O. 2009. Adaptation and invasiveness of Western corn rootworm: intensifying research on a worsening pest. *Annual Review of Entomology* 54: 303–321. DOI: 10.1146/annurev.ento.54.110807.090434.
- Grozea I., Stef R., Virteiu A.M., Molnar L., Carabet A., Puia C., Dobrin I. 2015. Feeding behaviour of *Diabrotica virgifera virgifera* adults on corn crops. *Bulletin UASVM Horticulture* 72 (2): 463–464. DOI: 10.15835/buasvmcn-hort:11393.
- Grozea I., Trusca R., Stef R., Virteiu A.M., Carabet A., Molnar L., Damianov S. 2011. Beans and pumpkin as attractive plants for *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte adults. *Research Journal of Agricultural Science* 43 (2): 3–7.
- Grozea I., Trusca R., Virteiu A.M., Stef R., Butnariu M. 2017. Interaction between *Diabrotica virgifera virgifera* and host plants determined by feeding behavior and chemical composition. *Romanian Agricultural Research* 34: 1–9. DII 2067-5720 RAR 2017-144.
- Hodgson B.E. 1928. The Host Plants of the European Corn Borer in New England. Technical Bulletin No. 77. United States Department of Agriculture, Washington, D. C., 68 ss.
- Hutchison W.D., Burkness E.C., Mitchell P.D., Moon R.D., Leslie T.W., Fleischer S.J., Abrahamson M., Hamilton K.L., Steffey K.L., Gray M.E., Hellmich R.L., Kaster L.V., Hunt T.E., Wright R.J., Pecinovsky K., Rabaey T.L., Flood B.R., Raun E.S. 2010. Areawide suppression of European corn borer with Bt maize reaps savings to non-Bt maize growers. *Science* 330 (6001): 222–225. DOI: 10.1126/science.1190242.
- Jastrzębski A. 1999. Występowanie omacnicy prosowianki na chmielu. [The occurrence of European corn borer on hops]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 39 (2): 436–438.
- 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.

- Kupczak K. 2003. Nowy w Polsce szkodnik papryki. *Hasło Ogrodnicze* 5, s. 92.
- Lewis L.C. 1975. Natural regulation of crop pest in their indigenous ecosystem and Iowa agroecosystem: bioregulation of economic insect pest. *Iowa State Journal of Research* 56: 429–436.
- Losey J.E., Carter M.E., Silverman S.A. 2002. The effect of stem diameter on European corn borer behaviour and survival: potential consequences for IRM in Bt-corn. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 105 (2): 89–96. DOI: 10.1046/j.1570-7458.2002.01037.x.
- Mabry T.R., Spencer J.L., Levine E., Isard S.A. 2004. Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) behavior is affected by alternating diets of corn and soybean. *Environmental Entomology* 33 (4): 860–871. DOI: 10.1603/0046-225X-33.4.860.
- Mazurek J. 2017. Ochrona winorośli. Fundacja Galicja Vitis, Jasło, 233 ss. ISBN 978-83-942654-3-4.
- Moeser J., Hibbard B.E. 2005. A synopsis of the nutritional ecology of larvae and adults of *Diabrotica virgifera virgifera* (LeConte) in the new and old world. s. 41–65. W: *Western Corn Rootworm: Ecology and Management* (S. Vidal, U. Kuhlmann, C.R. Edwards, red.). CABI Publishing, Wallingford, 310 ss.
- Moeser J., Vidal S. 2005. Nutritional resources used by the invasive maize pest *Diabrotica virgifera virgifera* in its new Southeast-east-European distribution range. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 114 (1): 55–63. DOI: 10.1111/j.0013-8703.2005.00228.x.
- Sahajdak A., Bereś P.K., Konefał T. 2006. *Diabrotica virgifera* Le Conte – a new threat to maize crops in Poland and measures taken against the pest. [*Diabrotica virgifera* Le Conte – nowe zagrożenie dla upraw kukurydzy w Polsce i podjęte środki zwalczające szkodnika]. *Journal of Plant Protection Research* 46 (2): 157–161.
- Sivčev I., Kljajić P., Kostić M., Sivčev L., Sladan S. 2012. Management of Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*). *Pesticides and Phytomedicine* 27 (3): 189–201.
- Tallamy D.W., Hibbard B.E., Clark T.L., Gillespie J.J. 2005. Western corn rootworm, cucurbits, and cucurbitacins. s. 67–93. W: *Western Corn Rootworm: Ecology and Management* (S. Vidal, U. Kuhlmann, C.R. Edwards, red.). CABI Publishing, Wallingford, 310 ss.
- Thomas Y., Bethenod M.T., Pelozuelo L., Frérot B., Bourguet D. 2003. Genetic isolation between two sympatric host-plant races of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hübner I. Sex pheromone, moth emergence timing, and parasitism. *Evolution* 57 (2): 261–273. DOI: 10.1111/j.0014-3820.2003.tb00261.x.
- Toepfer S., Zellner M., Kuhlmann U. 2013. Food and oviposition preferences of *Diabrotica v. virgifera* in multiple-choice crop habitat situations. *Entomologia* 1 (1): e8. DOI: 10.4081/entomologia.2013.e8.