

PAWEŁ K. BEREŚ

*Instytut Ochrony Roślin
Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie
Langiewicza 28, 35-101 Rzeszów
E-mail: p.beres@onet.eu*

ODMIANY KUKURYDZY GM Z GENAMI *BACILLUS THURINGENSIS* I ICH WPŁYW NA OMACNICĘ PROSOWIANKĘ (*OSTRINIA NUBILALIS* HBN.) W ŚWIELE BADAŃ PROWADZONYCH W POLSCE

WZROST UPRAWY KUKURYDZY – WZROST SZKODLIWOŚCI OMACNICY PROSOWIANKI W POLSCE

Aktualnie w Polsce obserwuje się rosnące zainteresowanie rolników uprawą kukurydzy. Jest to związane m.in. z jej wysokim plonowaniem oraz możliwością wszechstronnego wykorzystania plonu. Kukurydza jest bowiem nie tylko składnikiem paszy dla zwierząt, lecz także komponentem stosowanym m.in. w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, kosmetycznym, chemicznym, a także paliwowym oraz energetycznym.

W ostatnich latach nastąpił gwałtowny wzrost powierzchni zasiewów kukurydzy w Polsce, który z mniejszymi bądź większymi wahaniami wykazuje tendencję rosnącą. W 2006 r. kukurydzę na ziarno uprawiano na powierzchni 658,8 tys. ha, natomiast na kiszonkę na 349,4 tys. ha (MICHAŁSKI 2007). Uwzględniając warunki klimatyczno-glebowe, postęp hodowlany nowych odmian, a także zmiany w strukturze produkcji roślinnej (PIĄTEK 2007) kukurydza może być z pełnym powodzeniem uprawiana w przyszłości nawet na powierzchni 1,5 mln ha.

Wraz z rosnącym arealem uprawy oraz intensyfikacją produkcji wzrasta zagrożenie kukurydzy ze strony agrofagów, głównie szkodników oraz chorób. Aktualnie najgroźniejszym szkodnikiem tej rośliny w Polsce jest omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) – niewielki ciepłolubny motyl nocny, którego gąsienice (Ryc. 1) żerują w niemal wszystkich nadziemnych organach kukurydzy (LISOWICZ i TEKIELA 2004). Początkowo

uszkadzają wiechy, zawiązki kolb, znamiona, blaszki i pochwy liściowe (w tym nerwy liści), liście okrywowe kolb, a następnie miękkie ziarniaki oraz łodygi (Ryc. 2) (BEREŚ i KANIUCZAK 2006).

Omacnica prosowianka uszkadza zasiewy kukurydzy w Polsce od lat 50. XX w. (KANIA 1962). Początkowo zasiedlała jedynie plantacje zlokalizowane w południowo-zachodniej części kraju w okolicach Wrocławia, gdzie uszkadzała w ówczesnym okresie 1-25% roślin, a tylko lokalnie do 70% (KANIA 1961). Wraz z rozwojem bazy kukurydzianej na ziemiach polskich, a także korzystnymi warunkami glebowo-klimatycznymi, w ciągu dalszych lat zasięg terytorialnego występowania szkodnika systematycznie się powiększał o sąsiednie tereny (LISOWICZ 1995). Od 1994 r. gatunek ten jest notowany także na południowym wschodzie kraju (LISOWICZ 2001), gdzie obserwuje się stale rosnącą jego szkodliwość (LISOWICZ 2003a).

Ostatnie dziesięciolecie, charakteryzujące się w większości ciepłymi latami, przyniosło wiele zmian w składzie gatunkowym i szkodliwości wielu agrofagów kukurydzy, w tym omacnicy prosowianki. Do głównych czynników mających wpływ na taki stan rzeczy zalicza się, oprócz rosnącej powierzchni zasiewów kukurydzy, także: liczne uproszczenia w agrotechnice, uprawę w wieloletniej monokulturze, trudności w ochronie roślin osiagających ponad 2 metry wysokości, pro-



Ryc. 1. Gąsienica omacnicy prosowianki na ziarniakach (fot. Paweł Beres).

blemy z określeniem właściwego terminu zabiegu, a także postępujące ocieplanie się klimatu sprzyjające rozwojowi gatunków ciepłolubnych (BEREŚ 2006a).

Łączne oddziaływanie wymienionych czynników spowodowało nie tylko powiększenie się terytorialnego zasięgu występowania omacnicy prosowianki, lecz zwłaszcza wzrost jej szkodliwości. Szkodnik ten



Ryc. 3. Mapa obrazuje ekspansję omacnicy prosowianki z regionów południowych na północ Polski.

Kolor zielony wskazuje na aktualny zasięg występowania omacnicy.

w 2006 r. notowany był już bowiem na obszarze 12 województw: podkarpackiego, lubelskiego, małopolskiego, świętokrzyskiego,



Ryc. 2. Kolba odmian konwencjonalnych uszkodzona przez omacnicę prosowiankę (fot. Paweł Beres).



Ryc. 4. Kolba porażona przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (fot. Paweł Beres).

mazowieckiego, śląskiego, opolskiego, dolnośląskiego, łódzkiego, lubuskiego, wielkopolskiego i zachodniopomorskiego (Ryc. 3). Aktualnie na wielu plantacjach, w rejonach intensywnej uprawy kukurydzy, gąsienice tego motyla uszkadzają od 50 do 80, a lokalnie nawet do 100% roślin, powodując straty w plonach ziarna dochodzące do 20–30, a niekiedy nawet do 40% (LISOWICZ i TEKIELA 2004).

Omacnica prosowianka powoduje już straty w plonach kukurydzy na obszarze ponad 272 tys. ha, co stanowi ponad 40% ogólnej powierzchni zasiewów tej rośliny w Polsce. Jak podaje WARZECHA (2007) w przeliczeniu na plon ziarna straty te wynoszą ogółem około 460 tys. ton rocznie, co przy średniej cenie 650 zł za tonę daje kwotę około 300 mln złotych.

Dodatkowe straty powoduje porażanie uszkodzonych roślin przez bakterie, grzyby i wirusy, które są sprawcami wielu chorób kukurydzy. Szczególnie groźne są te patogeny, odpowiedzialne m.in. rozwój fuzariozy kolb (Ryc. 4), które posiadają zdolność wytwarzania metabolitów drugorzędnych – mikotoksyn (TEKIELA i współaut. 2005). Substancje te są silnie trujące i stanowią zagrożenie dla zdrowia ludzi oraz zwierząt hodowlanych, zwłaszcza trzody chlewnej i drobiu (GRAJEWSKI i współaut. 2004).

Niestety prognozy Instytutu Ochrony Roślin, dotyczące zasięgu występowania omacnicy prosowianki w Polsce oraz jej szkodliwości dla kukurydzy, nie są optymistyczne. Jeżeli najbliższe lata będą nadal ciepłe, wówczas szkodnik może zasiedlić całą Polskę, łącznie z najchłodniejszymi rejonami północno-wschodnimi.

TRUDNOŚCI ZE ZWALCZANIEM SZKODNIKA PRZY POMOCY CHEMICZNYCH ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

Zwalczanie omacnicy prosowianki za pomocą zarejestrowanych środków ochrony roślin jest obecnie podstawową metodą ograniczania liczebności oraz szkodliwości tego gatunku. Aby zabieg mógł być wykonany w okresie, kiedy rośliny kukurydzy osiągną ponad 2 m wysokości, konieczne jest użycie przez plantatorów specjalistycznych opryskiwaczy o belkach podnoszonych ponad wierzchołkami roślin lub też skorzystanie, tam gdzie to możliwe, z usług agrolotniczych (BEREŚ i KANIUCZAK 2006). Niestety nadal niewielu plantatorów dysponuje sprzętem umożliwiającym wjazd w tak wysoki łan, wskutek czego wiele plantacji pozostaje całkowicie bez ochrony. Ponadto, w Polsce liczba zarejestrowanych preparatów do zwalczania gąsienic tego szkodnika jest bardzo mała, a substancje aktywne, które są zawarte w programie ochrony kukurydzy, należą głównie do grupy syntetycznych pyretroidów (ZALECENIA 2006), których skuteczność owadobójcza jest najwyższa w temperaturze do 20°C. W ostatnich upalnych latach w okresie wykonania zabiegu, temperatury nawet w późnych godzinach nocnych przekraczały wartość progową, wskutek czego skuteczność chemicznej ochrony była obniżona.

Zarówno w odniesieniu do chemicznego, jak i biologicznego zwalczania podstawowym elementem decydującym o skuteczności zastosowanych metod jest sygnalizacja termi-

nu wykonania zabiegu lub introdukcji. Jest to niezmiernie ważny element, bowiem gąsienice bezpośrednio po wylęgu tylko przez krótki czas żerują na powierzchni organów rośliny, a więc są bezpośrednio narażone na kontakt z zastosowanym insektycydem. Również w przypadku metody biologicznej termin introdukcji entomofaga musi być ściśle skorelowany z fazą rozwoju zarodków jaj omacnicy prosowianki. Do sygnalizacji wykorzystuje się zarówno przeznaczone do odłowu motyli pułapki feromonowe oraz świetlne, jak również obserwacje roślin pod kątem występowania na liściach złożów jaj szkodnika (BEREŚ 2007b).

W chemicznym zwalczaniu omacnicy prosowianki zaleca się dwukrotne opryskiwanie roślin insektycydem. Pierwsze wykonuje się po zaobserwowaniu złożów jaj szkodnika, co najczęściej przypada pod koniec czerwca lub na początku lipca, natomiast drugie (podstawowe) przeprowadza się 7–14 dni później, co najczęściej zbiega się w czasie z końcowym okresem rozwijania wiech, ale jeszcze przed pyleniem roślin (LISOWICZ i TEKIELA 2004). Na granicy zasięgu występowania omacnicy prosowianki, gdzie jej liczebność oraz szkodliwość jest jeszcze niewielka, liczbę zabiegów można ograniczyć do jednego, wykonanego w podstawowym okresie, po przekroczeniu progów szkodliwości (BEREŚ 2007a).

Skuteczność chemicznego zwalczania omacnicy prosowianki jest zmienna i zależy od bardzo wielu czynników. Na podstawie dotychczas przeprowadzonych badań w rejonach, gdzie omacnica prosowianka stanowi poważny problem, metoda ta nie zapewnia pełnej ochrony kukurydzy przed żerowaniem gąsienic. W badaniach wykonanych w latach 2001–2005 w południowo-wschodniej Polsce jednokrotne opryskiwanie roślin preparatem zawierającym lambda-cyhalotrynę (związek z grupy syntetycznych pyretroidów), wykonane w podstawowym

terminie, obniżyło odsetek roślin uszkodzonych od 61,9 do 76,3%, natomiast dwukrotne opryskiwanie, wykonane w latach 2001–2002, w okresie, gdy omacnica prosowianka uszkodziła średnio 69,9% roślin, zmniejszyło liczbę roślin uszkodzonych średnio o 90,1% (LISOWICZ 2003b).

Ze stosowaniem chemicznych środków ochrony roślin ściśle związane jest także skażenie środowiska oraz w odniesieniu do większości zalecanych preparatów, ich nieselektywne oddziaływanie na pożyteczną entomofaunę występującą w kukurydzy.

DOTYCHCZASOWE NIECHEMICZNE METODY ZWALCZANIA OMACNICY PROSOWIANKI NIE GWARANTUJĄ WYSOKIEJ SKUTECZNOŚCI

Metody niechemiczne opierają się głównie na profilaktyce mającej na celu zmniejszenie liczebności szkodnika oraz strat, jakie powoduje w zasiewach kukurydzy. Podstawową czynnością jest w nich przestrzeganie płodozmianu, a także dobieranie do uprawy odmian mniej podatnych na żerowanie omacnicy prosowianki. Ponadto staranna uprawa gleby, zbilansowane nawożenie, dość wczesny siew, terminowe wykonanie niezbędnych zabiegów pielęgnacyjnych, a zwłaszcza zwalczanie chwastów mają na celu stworzenie roślinom sprzyjających warunków do wzrostu, dzięki czemu łatwiej mogą przezwyciężyć skutki silniejszego opanowania przez gąsienice. W metodzie agrotechnicznej ważną rolę odgrywa również mechaniczne niszczenie części populacji gąsienic poprzez dokładne rozdrobnienie resztek poźniowych, w których zimują, a także wykonanie głębokiej orki zimowej (LISOWICZ i TEKIELA 2004).

Do metod niechemicznych zalicza się również biologiczną ochronę z wykorzysta-

niem pasożyta jaj zwanego kruszynkiem. Kruszynek jest niewielką błonkówką z rodzaju *Trichogramma*, która swój rozwój przechodzi w jajach wielu gatunków motyli, w tym omacnicy prosowianki. W ochronie kukurydzy pastewnej zaleca się wykonanie dwóch introdukcji pasożyta (BEREŚ 2005).

Z uwagi na wykorzystanie do zwalczania omacnicy prosowianki żywego organizmu nie zawsze można przewidzieć ostateczny rezultat zwalczania. Jest to związane m.in. z aktualnym przebiegiem warunków meteorologicznych, jakością biopreparatu, składem gatunkowym użytych błonkówek, terminem introdukcji oraz nasileniem szkodnika w danym sezonie wegetacyjnym.

W badaniach wykonanych w latach 1996–2003 w południowo-wschodniej Polsce skuteczność biologicznego zwalczania omacnicy prosowianki wyniosła około 60% (BEREŚ i LISOWICZ 2005). Uzyskane wyniki były zbliżone do tych, jakie uzyskali naukowcy z innych krajów m.in. z Niemiec (HASSAN 1993) oraz Słowacji (LONGAUEROVA 1989).

ODMIANY ZMODYFIKOWANE GENETYCZNIE KUKURYDZY ODPORNE NA OMACNICĘ PROSOWIANKĘ W BADANIACH W POLSCE

Jedną z najskuteczniejszych aktualnie metod walki z omacnicą prosowianką jest stosowanie do uprawy odmian odpornych na żerowanie tego szkodnika (Ryc. 5) (OSTLIE i współaut. 1997, KOZIEL i współaut. 1993). Odmiany takie posiadają wbudowany na drodze inżynierii genetycznej gen z powszechnie występującej w glebie bakterii *Bacillus thuringiensis*, który koduje wytwarzanie biał-

ka Cry, toksycznego dla omacnicy prosowianki w ciągu całego okresu wegetacji kukurydzy. W zasadowym środowisku przewodu pokarmowego gąsienicy następuje aktywacja białka Cry, które łączy się ze specyficznymi receptorami w błonach komórek przewodu pokarmowego. Powoduje to powstawanie otworów w błonie, zniszczenie komórek, a w konsekwencji doprowadza do śmierci owada,



Ryc. 5. Kolba kukurydzy transgenicznej odporna na porażenie przez gąsienice omacnicy (fot. Paweł Bereś).

która zwykle następuje po kilku dniach od zjedzenia zmodyfikowanych tkanek (BEREŚ 2007a).

Zastosowanie roślin transgenicznych pozwala zrezygnować z technicznie kłopotliwych zabiegów chemicznych zwalczających gąsienice tego gatunku, a ponadto zmniejsza skażenie środowiska rolniczego chemicznymi środkami ochrony roślin.

Metoda uprawy odmian odpornych zyskuje coraz więcej zwolenników, a areał ich uprawy na świecie z roku na rok się powiększa. W Polsce w 2007 roku powierzchnia zasiewów kukurydzy transgenicznej wyniosła około 300 ha (KOŁAKOWSKA 2007).

W latach 2005–2006 wykonano w Polsce badania mające na celu porównanie skuteczności wybranych odmian transgenicznych w ograniczaniu szkód powodowanych przez

gąsienice omacnicy prosowianki w porównaniu do ich form konwencjonalnych (bez genu Bt). Do badań wykorzystano odmiany zawierające białko CryAb transformowane z MON810 (BEREŚ i GABARKIEWICZ 2007).

Jak podają cytowani powyżej autorzy doświadczenia zlokalizowane były w południowej części kraju w województwach: małopolskim(A), podkarpackim(B) oraz lubelskim(C).

W latach badań największą szkodliwość omacnicy prosowianki odnotowano w województwie podkarpackim. Uzyskane wyniki prezentują Tabele: 1, 2, 3 oraz 4. We wszystkich latach i lokalizacjach zastosowane odmiany transgeniczne wykazały bardzo wysoką odporność na żerowanie gąsienic, która wyniosła od 97,9 do 100%, w odniesieniu do liczby roślin uszkodzonych. Ponadto u odmian Bt odnotowano znacznie niższy odsetek innych uszkodzeń decydujących o wysokości i jakości plonu, takich jak: kolby uszkodzone, łodygi złamane poniżej kolby oraz kolby podgryzione u nasady. Przeprowadzona analiza statystyczna za pomocą testu Duncan'a, przy poziomie istotności 0,05, wykazała istotne różnice pomiędzy liczebnością otworów oraz gąsienic pomiędzy odmianami transgenicznymi a ich formami konwencjonalnymi. Rozmiary uszkodzeń były mniejsze, bowiem w roślinach nie stwierdzano gąsienic szkodnika, które po zjedzeniu tkanek roślin modyfikowanych ginęły.

W sytuacji wysokiego i stale rosnącego nasilenia występowania omacnicy prosowianki w Polsce oraz strat ilościowych oraz jakościowych w plonach, jakie powstają wskutek żerowania gąsienic tego motyla, plantatorzy są zmuszeni do korzystania z wszystkich do-

Tabela 1. Skuteczność odmian transgenicznych w ograniczaniu szkód powodowanych przez omacnicę prosowiankę w 2005 roku (lokalizacja: A – Małopolska, B – Podkarpacie).

Odmiana	% roślin uszkodzonych		% złamanych łodyg				% kolb podgryzionych		Plon [dt/ha]	
			poniżej kolby		powyżej kolby					
Lokalizacja	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
PR39H32	25.5	55.5	7.7	12.8	17.0	39.9	4.0	12.8	119.4	115.2
DKC3421YG*	0.56	0.3	0.0	0.37	0.3	0.0	0.0	0.0	132.4	141.9
Skuteczność [%]	97.8	99.4	100	97.1	98.2	100	100	100	–	–
PR39D81	33.4	49.3	11.7	11.8	18.1	32.0	12.3	15.2	118.3	127.8
PR39D82*	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	128.2	129.3
Skuteczność [%]	97.9	100	100	100	96.1	100	100	100	–	–

*odmiana transgeniczna

Tabela 2. Skuteczność odmian transgeniczných w ograniczaniu szkód powodowanych przez omacnicę prosowiankę w 2006 roku (lokalizacja: A – Małopolska, B – Podkarpacie).

Odmiana	% uszkodzonych				% złamanych łodyg				% kolb pod-		Plon	
	Roślin		Kolb		poniżej kolby		powyżej kolby		gryzionych		[dt/ha]	
Lokalizacja	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
DKC 3420	31.7	43.4	4.8	23.2	5.3	6.3	6.2	11.1	1.0	2.0	122.7	113.5
DKC 3421YG*	0.3	0.1	0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	123.0	132.6
Skuteczność [%]	99.0	99.7	100	99.5	100	98.4	100	100	100	100	-	-
PR39D81	44.6	68.6	4.0	33.0	11.9	19.5	8.2	14.0	2.5	2.0	110.0	86.1
PR39D82*	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	125.5	113.6
Skuteczność [%]	99.3	99.8	100	99.6	99.1	99.4	100	100	100	100	-	-

*odmiana transgeniczna

Tabela 3. Skuteczność odmian transgeniczných w ograniczaniu szkód powodowanych przez omacnicę prosowiankę w 2006 roku (lokalizacja: C – Lubelskie).

Odmiana	% uszkodzonych		% złamanych łodyg		% kolb podgryzionych	Plon [dt/ha]
	Roślin	Kolb	poniżej kolby	powyżej kolby		
DKC3420	42.0	20.2	8.25	4.25	1.75	67.8
DKC3421YG*	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	85.1
Skuteczność [%]	99.4	100	100	100	100	-
CLARICA	26.2	7.5	4.75	3.0	0.25	63.8
BACILLA*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.2
Skuteczność [%]	100	100	100	100	100	-

*odmiana transgeniczna

Tabela 4. Liczebność gąsienic oraz otworów w roślinach transgeniczných i konwencjonalnych (lokalizacja: C – Lubelskie).

Odmiana	Liczba otworów		Razem w roślinie	Skuteczność [%]	Liczba gąsienic		Razem w roślinie	Skuteczność [%]
	w łodydze	w kolbie			w łodydze	w kolbie		
DKC3420	0.82	0.21	1.03	-	0.72	0.22	0.94	-
DKC3421YG*	0.01	0.0	0.01	99.0	0.0	0.0	0.0	100
NIR _{0.05}	0.49	0.18	-	-	0.39	0.19	-	-
CLARICA	0.78	0.09	0.87	-	0.67	0.08	0.75	-
BACILLA*	0.0	0.0	0.0	100	0.0	0.0	0.0	100
NIR _{0.05}	0.38	0.02	-	-	0.38	0.04	-	-

*odmiana transgeniczna

stępných metod ograniczania liczebności oraz szkodliwości gatunku. Jedną z takich metod

jest stosowanie do uprawy odmian kukurydzy odporných na żerowanie tego szkodnika.

GM MAIZE CULTIVARS WITH *BACILLUS THURINGENSIS* GENES AND THEIR EFFECT ON EUROPEAN CORN BORER (*OSTRINIA NUBILALIS* HBN.) IN THE LIGHT OF RESEARCH RESULTS IN POLAND

Summary

With the growth of land areas under maize cultivation in Poland, the pest hazard raises as well. Currently, the most dangerous pest species is the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), which damages more than 50% of plants in the regions of intensive cultivation of maize, causing crop losses of up to 40%. Additional, mainly qualitative losses, are caused by fungi, bacteria and viruses attacking the damaged plants and causing diseases. Particularly harmful are these fungi species, which are responsible for producing and accumulation of very harmful mycotoxins in the plants. The applied methods of agrotechnical and biological control of corn borer are not always able to keep the pest population at low level that would not threaten the maize crops. In turn, chemical methods involve the need to pos-

sess specialized spraying machines, which are still used in Poland in insufficient numbers.

An alternative solution for many farmers may therefore be to grow cultivars resistant to corn borer feeding. Research carried out in Poland over 2005–2006 confirms high resistance of transgenic cultivars (containing Bt gene coding for Cry protein) to feeding by caterpillars of this species. In this period the corn borer damaged from 25.5 to 68.6% of the plants. As a result of using plants with the Bt gene, the percentage of damaged plants became reduced by 97.9–100%, in comparison to cultivars without the Bt gene (conventional varieties). The number of other types of damage determining the crop level and its quality also became reduced, because no caterpillars of that pest were found in the plants.

LITERATURA

- BEREŚ P. K., 2005. *Kruszynek w ochronie kukurydzy*. Ochrona Roślin 3, 17–19.
- BEREŚ P. K., 2006a. *Szkodniki zagrażające zasiewom kukurydzy*. Materiały z Polagra Farm, 12–14 października, Poznań, 47–48.
- BEREŚ P. K., 2006b. *Efekty chemicznego zwalczania omacnicy prosowianki (Ostrinia nubilalis Hbn.) w południowo-wschodniej Polsce w latach 2003–2005*. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46, 464–467.
- BEREŚ P. K., 2007a. *Ochrona przed szkodnikami. Kukurydza nowe możliwości. Poradnik dla producentów*. Wyd. IV, Agro Serwis, 41–45.
- BEREŚ P. K., 2007b. *Sygnalizacja – podstawą zwalczania omacnicy prosowianki*. Ochrona Roślin 4, 20–22.
- BEREŚ P. K., LISOWICZ F., 2005. *Przydatność kruszynka (Trichogramma spp.) w ochronie kukurydzy przed omacnicą prosowianką (Ostrinia nubilalis Hbn.) w gospodarstwach ekologicznych*. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 45, 47–51.
- BEREŚ P. K., KANIUCZAK Z., 2006. *Omacnica prosowianka groźna dla kukurydzy*. Agrotechnika 5, 12–14.
- BEREŚ P. K., GABARKIEWICZ R., 2007. *Preventing spread of Ostrinia nubilalis Hbn. by cultivation of Bt transgenic maize – first field experiments in southeastern Poland*. IOBC/WPRS Bulletin (praca złożona do druku). Materiały Konf. Nauk. „Ecological Impact of Genetically Modified Organism (EIGMO)”. Warszawa, SGGW, 23–25 maja 2007, 76.
- GRAJEWSKI J., POTKAŃSKI A., RACZKOWSKA-WERWIŃSKA K., MIKLAŚZEWSKA B., TWARUŻEK M., WOŹNIAK A., WASZKIEWICZ K., 2004. *Mikotoksyny i patogenne pleśnie w kiszonce z kukurydzy z biologicznym i chemicznym dodatkiem*. Materiały VII Międz. Konf. Nauk. „Mikotoksyny i patogenne pleśnie w środowisku”. Bydgoszcz 28–30 czerwca 2004, 91–95.
- HASSAN S. A., 1993. *The mass Reading and utilization of Trichogramma to control lepidopterous pest: Achievements and Outlook*. Pestic. Sci. 37, 387–391.
- KANIA C., 1961. *Z badań nad omacnicą prosowianką – Pyrausta nubilalis (Hbn.) na kukurydzy w okolicach Wrocławia w latach 1956–1959*. Pol. Pismo Entomol., Seria B 3–4, 165–181.
- KANIA C., 1962. *Szkodliwa entomofauna kukurydzy obserwowana w okolicach Wrocławia w latach 1956–1959 (cz. I)*. Pol. Pismo Entomol., Seria B 1–2, 53–59.
- KOŁAKOWSKA A., 2007. *Kukurydza w roku 2007*. Kukurydza Informacje 38, 1.
- KOZIEL M. G., BELAND G. L., BOWMAN C., CARROZZI N. B., CRENSHAW R., CROSSLAND L., DAWSON L., DESAI N., HILL M., KADWELL S., LAUNIS K., LEWIS K., MADDOX D., MCPHERSON K., MEGHJI M. R., MERLIN E., RHODES R., WARREN G. W., WRIGHT M., EVOLA S. V., 1993. *Field performance of elite transgenic maize plants expressing an insecticidal protein derived from Bacillus thuringiensis*. Bio./Technol. 11, 194–200.
- LISOWICZ F., 1995. *Omacnica prosowianka – groźny szkodnik kukurydzy*. Ochrona Roślin 5, 6–7.
- LISOWICZ F., 2001. *The occurrence of economically maize pests in south-eastern Poland*. J. Plant Protect. Res. 41, 250–255.
- LISOWICZ F., 2003a. *Narastająca szkodliwość omacnicy prosowianki (Ostrinia nubilalis Hbn.) dla kukurydzy w południowo-wschodniej Polsce*. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 43, 247–250.
- LISOWICZ F., 2003b. *The occurrence and the effects of European corn borer (Ostrinia nubilalis Hbn.) control on corn crop in Przeworsk region in 2001–2002*. J. Plant Protect. Res. 43, 399–403.
- LISOWICZ F., TEKIELA A., 2004. *Szkodniki i choroby kukurydzy oraz ich zwalczanie*. [W:] *Technologia produkcji kukurydzy*. A. DUBAS (red.). Wydawnictwo „Wiś Jutra”, 52–64.
- LONGAUEROVA J., 1989. *Some problems with arthropods on maize in Czechoslovakia*. Acta Phyt. Ent. Hung. 24, 149–152.
- MICHAŁSKI T., 2007. *Przyszłość uprawy kukurydzy w Polsce i na Podkarpaciu*. Mat. Konf. z Dnia Kukurydzy, Głuchów, 30 września 2007, 6–10.
- OSTLIE K. R., HUTCHISON W. D., HELLMICH R. L., 1997. *Bt-corn and European Corn Borer*. St Paul, MN:

- North Central Reg. Ext. Publ. Univ. Minn. Ext. Serv.
- PIĄTEK E., 2007. *Działania Polskiego Związku Producentów Kukurydzy*. Mat. Konf. z Dnia Kukurydzy, Głuchów, 30 września 2007, 2-5.
- TEKIELA A., BEREŚ P., GRAJEWSKI J., MIKLASZEWSKA B., 2005. *Wpływ zwalczania chorób i szkodników kukurydzy na zasiedlenie ziarna przez grzyby i zawartość mikotoksyn*. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 45, 1149-1152.
- WARZECHA R., 2007. *Korzyści uprawy kukurydzy transgenicznej MON 810*. Agro Serwis 8, 26-27.
- ZALECENIA INSTYTUTU OCHRONY ROŚLIN na lata 2006/2007 dotyczące zwalczania chorób, szkodników i chwastów roślin uprawnych, cz. II. Rośliny rolnicze, Inst. Ochr. Roślin 2006, Poznań.