

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.)

Ocena podatności mieszańców kukurydzy (*Zea mays* L.) typu „stay-green” na występowanie głowni kukurydzy [*Ustilago maydis* (DC.) Corda] oraz omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)

Piotr Szulc, Robert Idziak, Zenon Woźnica, Łukasz Sobiech

Summary

The aim of the study was monitoring prevalence of corn smut and European corn borer on maize plants with „stay-green” genotype. Four cultivars bred by Syngenta Seeds were analyzed: NK Cooler, Delitop, NK Gazelle and NK Ravello. A significant influence of thermal and humidity conditions during maize vegetation seasons on infestation of the examined agrophages was demonstrated. However, no significant differences were noted in susceptibility of the examined hybrids to infestation rate with *Ustilago maydis* and prevalence of *Ostrinia nubilalis*. A tendency was observed towards higher occurrence of European corn borer on cultivar NK Gazelle, and higher frequency of plants infested with *U. maydis* on cultivar NK Ravello, when compared to the mean value of the years.

Key words: maize; stay-green; *Ostrinia nubilalis* Hbn.; *Ustilago maydis* Corda

Streszczenie

Celem badań było monitorowanie występowania głowni kukurydzy oraz omacnicy prosowianki na roślinach kukurydzy charakteryzujących się genotypem „stay-green”. Ocenie poddano cztery odmiany kukurydzy hodowli Syngenta Seeds: NK Cooler, Delitop, NK Gazelle oraz NK Ravello. Wykazano istotny wpływ warunków termiczno-wilgotnościowych w sezonach wegetacyjnych kukurydzy na szkodliwość badanych agrofagów. Nie wykazano istotnych różnic podatności badanych mieszańców na stopień porażenia przez *Ustilago maydis* oraz występowanie *Ostrinia nubilalis*. Stwierdzono tendencję do częstszego występowania omacnicy prosowianki na odmianie NK Gazelle, natomiast wyższej frekwencji roślin porażonych przez *U. maydis* na odmianie NK Ravello, w porównaniu do wartości średniej z lat badań.

Słowa kluczowe: kukurydza; stay-green; omacnica prosowianka; głownia kukurydzy

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Agronomii
Dojazd 11, 60-632 Poznań
pszulc@up.poznan.pl

Wstęp / Introduction

Powtarzające się każdego roku okresowe niedobory wody w ciągu sezonu wegetacyjnego kukurydzy, skłaniają do poszukiwania rozwiązań agrotechnicznych, mających na celu przeciwdziałaniu tej niekorzystnej sytuacji. Z tego też względu, jednym z głównych wyzwań stojących przed hodowlą roślin jest tworzenie mieszańców posiadających cechy dające im przewagę w środowisku z ograniczonymi zasobami wody. Rozwiązaniem wydaje się być hodowla w kierunku większej zdrowotności roślin w późniejszym okresie wegetacji lub mieszańców z cechą „stay-green” (Bekavac i wsp. 2002). Cecha „stay-green” jest wskaźnikiem wyższej zdrowotności roślin w późniejszym okresie wegetacji, zmniejszonego postępującego starzenia się oraz tolerancji na suszę po kwitnieniu roślin (Russell 1985; Mahalakshmi i Bidingier 2002).

W integrowanych programach ochrony roślin istotne jest dobieranie do uprawy takich odmian, które z jednej strony są dostosowane do lokalnych warunków glebowo-klimatycznych, a z drugiej są mniej podatne na uszkodzenia powodowane przez niektóre szkodniki (Bereś i wsp. 2013). W związku z tym, uprawę odmian „stay-green” kukurydzy można uznać za element integrowanej ochrony roślin, która jest obligatoryjnie stosowana w Unii Europejskiej od 1 stycznia 2014 roku. Jej wdrożenie odbywa się na podstawie dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 roku ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dyrektywa 2009; Matyjaszczyk i wsp. 2010). W Polsce stosowanie zasad integrowanej ochrony roślin zostało uregulowane przepisami ustawy z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. poz. 455) oraz rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505) (Rozporządzenie 2013; Ustawa 2013).

Badania z zakresu podatności odmian na agrofagi prowadzone są od kilku lat w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Wynika z nich jednoznacznie, że odmiany kukurydzy w typie „stay-green” charakteryzują się istotnie większą tolerancją na niektóre organizmy szkodliwe (Szulc i wsp. 2008; Szulc 2011; Szulc i wsp. 2012; Szulc 2013a, b). Uzasadnia to dalszy monitoring nasilenia występowania sprawców chorób i żerowania szkodników w obrębie odmian typu „stay-green”. Zagadnienie to jest bardzo ważne z punktu widzenia integrowanej ochrony roślin, która szczególnie preferuje stosowanie metod nie chemicznych, w tym doboru do uprawy odmian mniej podatnych na uszkodzenia. Badania te są znaczące w kontekście obserwowanych zmian klimatycznych, które oddziałują zarówno na roślinę uprawną jak i organizmy ją uszkadzające. Stąd też zasadne jest coroczne monitorowanie podatności odmian kukurydzy na najważniejsze agrofagi.

Aktualnie w Polsce na zasiewach kukurydzy stwierdza się występowanie ponad 50 gatunków szkodników (Bereś i Pruszyński 2008; Mrówczyński 2013), natomiast choroby kukurydzy były mało docenianą grupą wśród agrofagów (Bereś i wsp. 2013). Obecnie o wzroście znaczenia chorób

w uprawie kukurydzy zdecydował ich wpływ na jakość i wielkość uzyskiwanych plonów. W Polsce występowanie już od kilkudziesięciu lat omacnicy prosowianki jest poważnym wyzwaniem dla ochrony roślin, której celem jest zabezpieczenie wysokości i jakości plonów kukurydzy przed uszkodzeniami powodowanymi przez tego szkodnika lub jakie mogą powstać w przyszłości (Bereś 2013). Zdaniem tego autora w rejonach intensywnej uprawy kukurydzy, obserwuje się uszkodzenie przez gąsienice od 50 do 80, a lokalnie nawet do 100% roślin.

Spośród chorób porażających kukurydzę powszechnie występującą jest głównie kukurydzy (guzowata). Większe nasilenie tej choroby obserwuje się w lata upalne i wilgotne, ponieważ grzyb znajduje wtedy doskonałe warunki do swojego rozwoju i może w okresie wegetacji wytworzyć kilka pokoleń zarodników (Waligóra i wsp. 2008). W sytuacji licznego występowania sprawców chorób i szkodników zdaniem Lisowicza i Tekieli (2004) straty w plonie ziarna kukurydzy mogą dojść nawet do 50%, a niekiedy nawet do likwidacji zasiewu.

Celem badań była ocena podatności czterech mieszańców kukurydzy w typie „stay-green” na występowanie głównej kukurydzy [*Ustilago maydis* (DC.) Corda] oraz omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.).

Hipoteza doświadczenia zakładała, że mieszańce kukurydzy typu „stay-green” mogą w istotny sposób charakteryzować się zróżnicowaną podatnością na występowanie obu badanych agrofagów.

Materiały i metody / Materials and methods

Doświadczenia polowe wykonano w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, na polach Zakładu Dydaktyczno-Doświadczalnego w Swadziemiu w latach 2010–2013. W badaniach określono podatność czterech odmian kukurydzy typu „stay-green” na występowanie omacnicy prosowianki oraz głównej kukurydzy. Badanymi odmianami były: NK Ravello (FAO 210), NK Gazelle (FAO 220–230), NK Cooler (FAO 240) oraz Delitop (FAO 240). Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych, w czterech powtórzeniach, na glebie płowej typowej, wytworzonej z piasków gliniastych lekkich, płytko zalegających na glinie lekkiej. Na całym polu doświadczalnym stosowano takie samo nawożenie NPK w ilości: 100 kg N/ha w formie mocznika, 80 kg P₂O₅/ha w formie polifoski 6 i 120 kg K₂O/ha w formie soli potasowej 60%. Wszystkie zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne wykonywano zgodnie z zasadami poprawnej agrotechniki kukurydzy. Wielkość poletek wynosiła 30,8 m² (szerokość 2,8 m, długość 11,0 m), natomiast powierzchnia do zbioru plonu ziarna wyniosła 15,4 m² (po odrzuceniu skrajnych rzędów stanowiących tzw. obsiewy). W doświadczeniu nie prowadzono chemicznej ochrony roślin przed szkodnikami i chorobami.

Uszkodzenie roślin kukurydzy przez omacnicę prosowiankę oraz porażenie przez sprawcę głównej kukurydzy oceniano w fazie dojrzałości woskowej ziarniaków (BBCH 85) (Adamczewski i Matysiak 2011). Analizie poddano 120 roślin na poletku (7,79 szt./m²), notując procentowy

udział roślin uszkodzonych przez szkodnika lub z symptomami porażenia głównią kukurydzy.

Wyniki poddano jednoimiennej analizie wariancji dla doświadczeń czynnikowych ortogonalnych, następnie wykonano syntezę dla doświadczeń wieloletnich. Istotność różnic oszacowano na poziomie $\alpha = 0,05$. Uzyskane wyniki w procentach przeliczono na stopnie kątowe Bliss. Do oceny statystycznej uzyskanych danych wykorzystano program STATPAKU. Współczynnik zmienności analizowanych cech obliczono ze wzoru:

$$CV = (S/X) \times 100\% \text{ (Szulc 2013c)}$$

CV – współczynnik zmienności (%),

S – odchylenie standardowe,

X – średnia arytmetyczna.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Przebieg warunków termicznych i wilgotnościowych w sezonach wegetacyjnych kukurydzy zaprezentowano w tabeli 1. Suma opadów atmosferycznych w najbardziej suchym 2013 roku wynosiła 397,4 mm. W pozostałych sezonach wegetacyjnych była zdecydowanie wyższa i kształtowała się od 424,2 mm (2011 r.) do 500,7 mm (2010 r.). Najzimniejszym okresem był pierwszy rok badań (14,5°C), w porównaniu do pozostałych lat, w których to średnia dobowa temperatura powietrza kształtowała się na poziomie powyżej 15°C. Warunki termiczne i wilgotnościowe w latach prowadzenia badań były korzystne dla wzrostu i rozwoju kukurydzy. Jednak na podstawie uzyskanych wyników wykazano istotny ich wpływ na wielkość uszkodzeń kukurydzy powodowanych przez *O. nubilalis* oraz na porażenie przez *U. maydis* (rys. 1a, b). Istotnie największy procent roślin z objawami żerowania omacnicy prosowianki odnotowano w roku 2010 (7,53%), natomiast najmniejszy w roku 2012 (0,74%). W przypadku główni kukurydzy największe jej nasilenie stwierdzono w roku 2013 (2,73%), natomiast najmniejszy odsetek

roślin kukurydzy porażonych tym patogenem stwierdzono w roku 2011 (0,27%). Według Szulca i wsp. (2008) przebieg warunków pogodowych w sezonie wegetacyjnym, obok profilu genetycznego mieszańca kukurydzy, jest czynnikiem decydującym o podatności, względnie odporności odmiany na danego patogena. Wyniki średniej z lat badań nie różniły się istotnie i dobór odmiany nie miał wpływu na występowanie omacnicy prosowianki (tab. 2). Stwierdzono wyłącznie większą podatność mieszańca NK Gazelle na żerowanie gąsienic omacnicy prosowianki. Pomimo to wpływ warunków pogodowych decydujących o wielkości uszkodzeń powodowanych przez szkodnika dla tego mieszańca był najmniejszy, o czym świadczy wartość współczynnika zmienności (rys. 2a). Również Lisowicz (1995) łączy przebieg warunków meteorologicznych z podatnością uprawianych mieszańców kukurydzy na uszkodzenia powodowane przez *O. nubilalis*. Przytoczone powyżej stwierdzenie dotyczące wpływu pogody na wielkość uszkodzeń roślin kukurydzy powodowanych przez tego szkodnika potwierdzają również inni autorzy (Bartos i Michalski 2006; Waligóra i wsp. 2008; Szulc 2013b).

Zróżnicowanie podatności badanych odmian na porażenie przez *U. maydis* było niewielkie (tab. 3). Procent roślin porażonych tym patogenem w ujęciu syntetycznym kształtował się od 1,02% (NK Cooler) do 1,78% (NK Ravello). Specker (1993) podaje, że wiele nowych mieszańców kukurydzy pastewnej ma pewną odporność na głównię kukurydzy, ale żaden z nich nie jest całkowicie odporny. Wyniki obserwacji polowych wskazują na dużą zmienność stopnia porażenia tym patogenem pod wpływem warunków środowiskowych (rys. 2b, 3b, 4). Istotnie największym zróżnicowaniem porażenia przez *U. maydis* charakteryzowała się odmiana NK Ravello (CV = 150,4%), natomiast najmniejszym odmiana Delitop (CV = 54,1%), co zaprezentowano na rysunku 3b. Zdaniem Adamczyka (2007) stopień porażenia roślin przez głównię kukurydzy zależy nie tylko od odmiany, ale również od zaopatrzenia roślin w wodę w okresie poprzedzającym

Tabela 1. Średnia miesięczna temperatura powietrza i miesięczna suma opadu atmosferycznego w Swadzimiu, w latach 2010–2013
Table 1. Mean monthly air temperature and monthly sum of precipitation in Swadzim, in 2010–2013

Lata Years	Temperatura – Temperature [°C]							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	średnia – suma mean – sum
2010	9,3	12,2	18,4	22,6	19,2	13,0	7,0	14,5
2011	12,4	15,5	19,9	18,5	19,5	15,9	9,8	15,9
2012	9,3	16,3	17,0	20,0	19,8	15,0	8,6	15,4
2013	8,9	15,6	18,4	22,0	20,2	13,2	10,8	15,6
Lata Years	Opad – Rainfall [mm]							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	średnia – suma mean – sum
2010	26,8	110,5	43,4	97,5	143,5	69,9	9,1	500,7
2011	9,8	22,5	66,5	218,7	50,5	28,5	27,7	424,2
2012	17,4	84,4	118,1	136,2	52,7	28,4	36,4	473,6
2013	10,5	95,5	114,9	52,9	32,4	75,9	15,3	397,4

Tabela 2. Szkodliwość omacnicy prosowianki dla odmian kukurydzy w latach 2010–2013
Table 2. Harmfulness of European corn borer for maize cultivars in 2010–2013

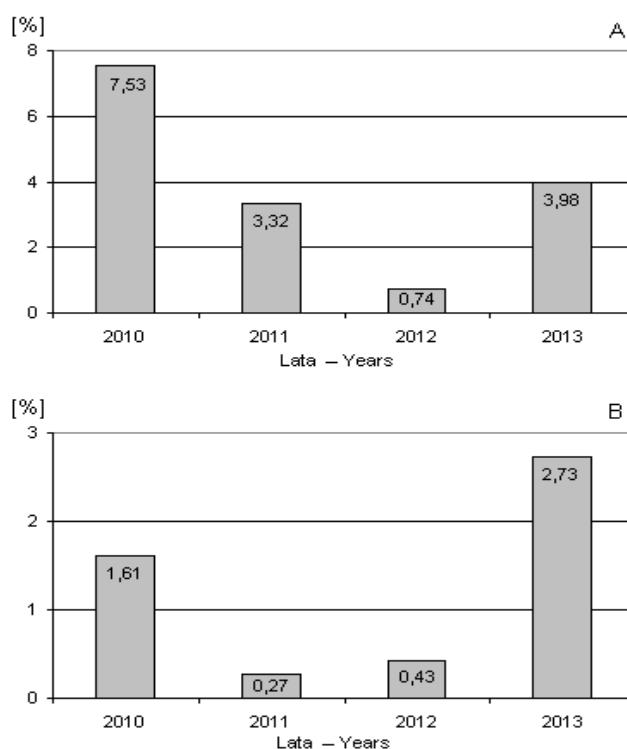
Odmiana Cultivar	Lata – Years								Średnio – Mean	
	2010		2011		2012		2013			
	[%]	°Blissa	[%]	°Blissa	[%]	°Blissa	[%]	°Blissa	[%]	°Blissa
NK Cooler	8,68	17,10	1,73	7,42	0,76	4,34	3,94	11,25	3,78	10,03
Delitop	6,94	15,15	3,51	10,69	0,00	0,00	3,73	10,75	3,54	9,15
NK Gazelle	7,32	15,69	4,47	11,92	1,22	5,44	5,98	13,58	4,75	11,66
NK Ravello	7,18	15,44	3,56	10,70	1,00	4,92	2,26	8,62	3,50	9,92
NIR (0,05) LSD (0.05)	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences

Tabela 3. Porażenie odmian kukurydzy przez *U. maydis* w latach 2010–2013
Table 3. Infection of maize cultivars by *U. maydis* in 2010–2013

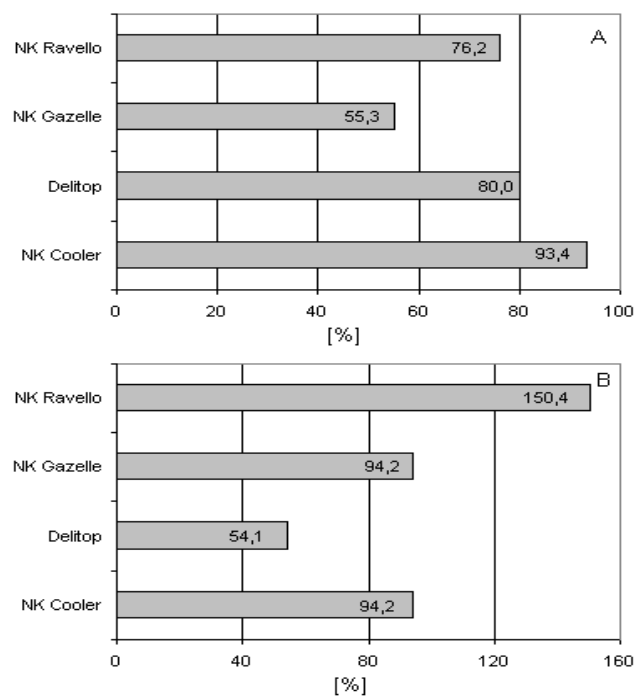
Odmiana Cultivar	Lata – Years								Średnio – Mean	
	2010		2011		2012		2013			
	[%]	°Blissa	[%]	°Blissa	[%]	°Blissa	[%]	°Blissa	[%]	°Blissa
NK Cooler	2,17	8,30	0,00	0,00	0,50	2,86	1,44	5,96	1,02	4,28
Delitop	1,48	6,04	1,10	5,95	0,24	1,41	1,44	5,96	1,07	4,84
NK Gazelle	1,94	7,97	0,00	0,00	0,48	1,99	2,29	8,49	1,18	4,61
NK Ravello	0,85	3,76	0,00	0,00	0,51	2,89	5,76	13,65	1,78	5,07
NIR (0,05) LSD (0.05)	0,935	3,685	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	2,226	5,183	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences

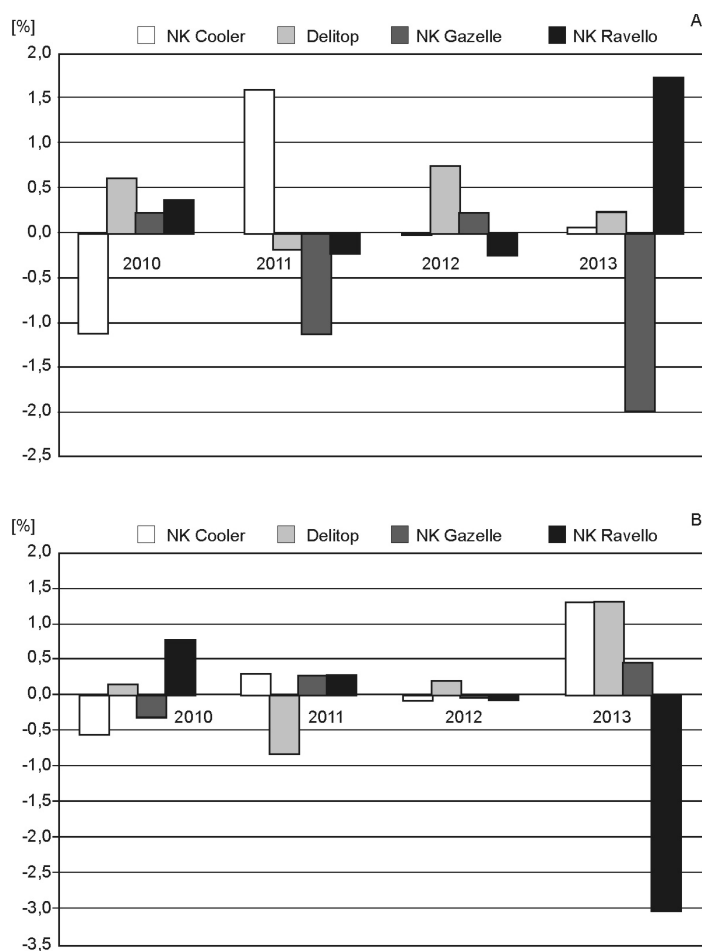


Rys. 1. Średnie uszkodzenie badanych odmian kukurydzy przez omacnicę prosowiankę (A) oraz porażenie roślin przez głównię kukurydzy (B)

Fig. 1. Mean damage of tested maize cultivars by European corn borer (A) and plant infestation by corn smut (B)

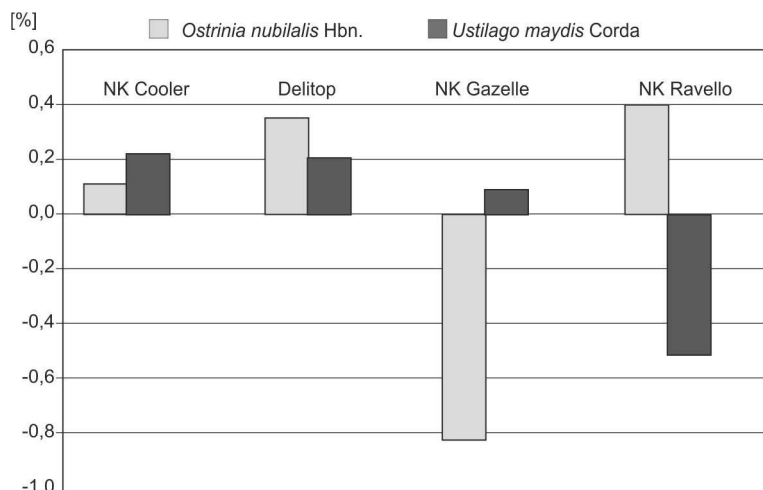


Rys. 2. Współczynnik zmienności występowania omacnicy prosowianki (A) oraz głowni kukurydzy (B)
 Fig. 2. Coefficient of variation of prevalence of European corn borer (A) and corn smut (B)



Rys. 3. Występowanie omacnicy prosowianki (A) oraz głowni kukurydzy (B) w porównaniu do wartości średniej porażenia względnie uszkodzenia roślin

Fig. 3. The prevalence of European corn borer (A) and corn smut (B) in comparison with the mean infestation depending on plant damage



Rys. 4. Występowanie omacnicy prosowianki oraz głowni kukurydzy na odmianach kukurydzy w porównaniu do wartości średniej porażenia względnie uszkodzenia roślin (2010–2013)

Fig. 4. The prevalence of European corn borer and corn smut on maize cultivars in comparison with the mean infestation depending on plant damage (2010–2013)

kwitnienie i tuż po kwitnieniu. Według Korbasa (2006) stresy wywołane przez czynniki abiotyczne (susza) wpływają na to, że na polach kukurydzianych obserwuje, zwłaszcza przez *U. maydis*. Problem występowania głowni kukurydzy na roślinach kukurydzy cukrowej jest również zagadnieniem bardzo istotnym. Zdaniem Waligóry i wsp. (2008) spotyka się niewiele danych dotyczących odporności odmian kukurydzy cukrowej na tego patogena.

przez omacnicę prosowiankę oraz porażonych przez głownię kukurydzy.

2. Nie stwierdzono różnic w podatności badanych odmian na głownię kukurydzy.
3. Odmiana NK Gazelle charakteryzowała się wyższą podatnością na omacnicę prosowiankę, natomiast odmiana NK Ravello była silniej porażana przez głownię kukurydzy w porównaniu do wartości średniej z lat badań.

Wnioski / Conclusions

1. Przebieg warunków pogodowych w latach badań w istotny sposób kształtował procent roślin uszkodzonych

Literatura / References

- Adamczewski K., Matysiak K. [tłumaczenie i adaptacja]. 2011. Kukurydza. s. 27–30. W: „Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH”. Wyd. III., Inst. Ochr. Roślin – PIB, Poznań, 132 ss.
- Adamczyk J. 2007. Kapryśna bogini? – poznamy ją bliżej. s. 26–31. W: „Kukurydza nowe możliwości”. Poradnik dla producentów, cz. IV. Agroserwis, Warszawa, 104 ss.
- Bartos M., Michalski T. 2006. Nasilenie objawów żerowania omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) na kukurydzy w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. [Intensity of feeding symptoms of European corn borer on maize depending on some agrotechnical factors]. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 46 (1): 284–290.
- Bekavac G., Stojaković M., Ivanović M., Jacković D., Vasić N., Purar B., Bočanski J., Nastasić A. 2002. Relationships of stay green trait in maize. Genetika 34 (1): 33–40.
- Bereś P., Pruszyński G. 2008. Ochrona kukurydzy przed szkodnikami w produkcji integrowanej. Acta Sci. Pol., Agricultura 7 (4): 19–32.
- Bereś 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]. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 53 (1): 167–175.
- Bereś P.K. 2013. Studium nad doskonaleniem integrowanej ochrony kukurydzy przez zachodnią kukurydzianą stonką korzeniową (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) i omacnicę prosowianką (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Rozpr. Nauk. Inst. Ochr. Roślin – PIB 29, 183 ss.
- Dyrektywa 2009. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 roku ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE, z dnia 21 października 2009 r., L 3009/71), 16 ss.
- Korbas M. 2006. Głownie kukurydzy i inne choroby – szkodliwość i możliwości zwalczania. [Common smuts of maize and other diseases – harmfulness and possibilities of their control]. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 46 (1): 354–357.
- Lisowicz F., Tekiel A. 2004. Szkodniki i choroby kukurydzy oraz ich zwalczanie. s. 52–64. W: „Technologia produkcji kukurydzy” (A. Dubas, red.). Wieś Jutra, Warszawa, 133 ss.

- Lisowicz F. 1995. Teoretyczne i praktyczne podstawy zastosowania metod integrowanych w ochronie kukurydzy przed szkodnikami. Prace Nauk. Inst. Ochr. Roślin 36 (1/2): 7–46.
- Mahalakshmi V., Biding F.R. 2002. Evaluation of stay green sorghum germplasm lines at ICRISAT. Crop Sci. 42: 965–974.
- Matyjaszczyk E., Tratwal A., Walczak F. 2010. Wybrane zagadnienia ochrony roślin w rolnictwie ekologicznym i integrowanej ochronie roślin. Inst. Ochr. Roślin – PIB, Poznań, 103 ss.
- Mrówczyński M. 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Zastosowanie integrowanej ochrony. T. 2. Wyd. PWRiL, Poznań, 283 ss.
- Rozporządzenie 2013. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505), 2 ss.
- Russell W.A. 1985. Comparison of the hybrid performance of maize inbred lines developed from the original and improved cycles of BSSS. Maydica 30: 407–419.
- Specker D. 1993. Common smut on corn. Walking Your Fields & Pioneer Agronomy Department. Ithaca, NY, 7 pp.
- Szulc P., Waligóra H., Skrzypczak W. 2008. Susceptibility of two maize cultivars to diseases and pests depending on nitrogen fertilization and on the method of magnesium application. Nauka Przyr. Technol. 2, 2 #11.
- Szulc P. 2011. Różnica w stopniu porażenia roślin przez choroby dwóch typów odmian kukurydzy w zależności od poziomu zasobności gleby w azot. [Infection degree of diseases two maize cultivars depending on nitrogen availability in the soil]. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 51 (2): 810–813.
- Szulc P., Bocianowski J., Waśkiewicz A., Beszterda M. 2012. Wpływ stosowania różnych nawozów azotowych na poziom fumonizyn w ziarnie różnych odmian mieszańcowych kukurydzy. [Impact of applying different nitrogen fertilizers on the level of fumonisins in maize hybrids grain]. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 52 (2): 306–309.
- Szulc P. 2013a. Porażenie chorobami roślin dwóch typów odmian mieszańcowych kukurydzy w zależności od formy nawozu azotowego. [Infections of two types of maize hybrid cultivars depending on a form of nitrogen fertilizer]. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 53 (1): 146–149.
- Szulc P. 2013b. 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]. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 53 (1): 74–77.
- Szulc P. 2013c. The effect of soil supplementation with different nitrogen fertilizers on select fertilisation indices in two types of maize hybrids (*Zea mays* L.) and on mineral nitrogen (N_{min}) contents in soil. Pol. J. Environ. Stud. 22 (4): 1185–1195.
- Ustawa 2013. Ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. poz. 455).
- Waligóra H., Szulc P., Skrzypczak W. 2008. Podatność odmian kukurydzy cukrowej na główną guzowatą (*Ustilago zeae* Beckm.). Nauka Przyr. Technol. 2, 3 #17.