

ELŻBIETA CZEMBOR¹ROMAN WARZECHA¹JÓZEF ADAMCZYK²ZBIGNIEW KURCZYCH³¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików² Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o.³ Hodowla Roślin Rolniczych „Nasiona Kobierzyc” Sp. z o.o., Kobierzyc

Wytwarzanie materiałów wyjściowych kukurydzy o podwyższonej odporności na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi

Pre-breeding of maize with improved resistance to ear rot and stalk rot

Na przykładzie 2 odmian syntetycznych typu zębkształtnego i 2 typu szklatego przedstawiono efekt selekcji w kierunku odporności na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi. Fuzariozę kolb oceniano po inokulacji kolb grzybami *Fusarium graminearum* i *F. culmorum*. Zgorzel podstawy łodygi oceniano przy infekcji naturalnej. Inokulacja kolb okazała się skuteczna do istotnego zróżnicowania badanego materiału. Odmiany syntetyczne użyte w badaniach charakteryzowały się średnią podatnością na fuzariozę kolb i średnią odpornością na zgorzel podstawy łodygi. Wyselekcjonowano linie o znacznie poprawionej odporności na fuzariozę w porównaniu do syntetycznych odmian wyjściowych.

Słowa kluczowe: fuzarioza kolb, zgorzel podstawy łodygi, kukurydza, selekcja

Effect of selection for ear rot and stalk rot resistance was tested in two flints and two dent maize synthetic varieties. Ear rot was observed after inoculation by *Fusarium graminearum* and *F. culmorum*. Stalk rot was estimated at natural infection. The inoculation of maize ear was effective for differentiation of the tested plant material. The investigated synthetic varieties were characterized as susceptible to ear rot and weekly resistant to stalk rot. The lines have been selected with much higher resistance to the diseases, in relation to the initial synthetic varieties.

Key words: ear rot, stalk rot, maize, selection

WSTĘP

Warunki glebowo-klimatyczne Polski umożliwiają uprawę kukurydzy na ziarno, kiszonkę z rozdrobnionych kolb — CCM i kiszonkę z całych roślin. Rosnące zapotrzebowanie na ziarno ze strony przemysłu paszowego spowodowało, że w ostatnim dziesięcioleciu znacznie zwiększyła się powierzchnia uprawy kukurydzy na ziarno. Ziarno

kukurydzy jest zazwyczaj tańsze od pszenicy, natomiast wartość użytkowa obu tych gatunków jako surowców paszowych jest zbliżona. Jeszcze w roku 1990 wynosiła 59 tys. ha, w roku 2001 wzrosła do 224 tys. ha. W 2002 roku powierzchnia uprawy osiągnęła poziom już 500 tys. ha (w tym ponad 300 tys. ha na ziarno), a w 2004 roku 700 tys. ha (w tym około 450 na ziarno; (Dubas, 2001; Poślednik, 2005).

Obecnie najważniejszymi cechami decydującymi o wykorzystaniu poszczególnych odmian w uprawie są ich wczesność i odporność na grzyby z rodzaju *Fusarium* powodujące fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi (Abbas i in., 1988; Dubas, 2001).

Fuzarioza kolb jest najgroźniejszą chorobą kukurydzy na całym świecie już od wielu lat (Teich, 1989; Presello i in., 2004;). W Polsce choroba ta stanowi również duże zagrożenie dla kukurydzy, szczególnie nasiennej i na ziarno konsumpcyjne (Chełkowski, Kwaśna, 1986). Zaatakowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* ziarno zawiera szkodliwe dla zwierząt mykotoksyny. Najgroźniejsze z nich to deoksyniwalenol (DON), niwalenol (NIV), zearalenon (ZEA) (Ross i in., 1992; Logrieco i in., 1995; Pascale i in., 1999; Shelby i in., 1994). Zawartość mykotoksyn powyżej określonych norm dyskwalifikuje wykorzystanie takiego ziarna przez przemysł spożywczy i paszowy. W Unii Europejskiej obowiązują normy zawartości substancji toksycznych w ziarnie i w innych płodach rolnych na skutek porażenia przez grzyby z rodzaju *Fusarium*.

Drugą groźną chorobą kukurydzy w Polsce powodowaną przez grzyby z rodzaju *Fusarium* jest zgorzel podstawy łodygi (zgnilizna korzeni) (Prończuk i in., 1991, 2004). Zapobieganie stratom w plonach kukurydzy powodowanym przez grzyby z rodzaju *Fusarium* nie jest możliwe poprzez ochronę chemiczną, ponieważ po wystąpieniu objawów porażenia roślin jest ona nieskuteczna. Jedynie wybór odmian o podwyższonej odporności na wymienione patogeny może skutecznie ograniczyć rozwój chorób. Coraz większą uwagę poświęca się selekcji materiałów wyjściowych do hodowli pod względem odporności na grzyby z rodzaju *Fusarium*, a szczególnie na fuzariozę kolb (Adamczyk, 1998; Dolstra i in., 1993; Jarvis i in., 1984; Mesterhazy, 1989). Sztuczna inokulacja materiałów hodowlanych przyspiesza selekcję i podnosi jej skuteczność (Clements i in., 2003; Dolstra i in., 1993;). Wczesność i odporność na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi są podstawowymi obok plonu czynnikami decydującymi o wartości materiału hodowlanego kukurydzy. Dlatego celem prowadzonych badań była równoległa z hodowlą selekcja materiałów uzyskanych od hodowców pod względem wczesności i odporności na grzyby z rodzaju *Fusarium*.

MATERIAŁY I METODY

Materiał roślinny

W 2003 roku materiał roślinny stanowiły 4 odmiany syntetyczne SQ: 2 typu szklistego i 2 typu zębokształtnego. W 2004 roku badano 200 linii S_1 uzyskanych po selekcji w 2003 roku. Po rozmnożeniu w warunkach polowych uzyskano 25 roślin dla każdej linii, łącznie ok. 5000 roślin.

Kukurydza uprawiana była w monokulturze, co sprzyjało kumulowaniu się patogenów kukurydzy w glebie. Doświadczenia prowadzono według ogólnie zalecanej technologii uprawy kukurydzy bez zaprawiania nasion.

Patogen

W warunkach laboratoryjnych wyizolowano nowe izolaty *Fusarium* spp. z porażonych kolb zebranych w 2002 i 2003 roku w Radzikowie, Kobierzycach i Smolicach. Oceniono patogeniczność izolatów pozyskanych w latach 2003–2004 oraz sprawdzono patogeniczność 19 izolatów pozyskanych w roku poprzednim. Izolaty *F. graminearum* i *F. culmorum* o najwyższych zdolnościach do uszkodzania roślin wybrano do inokulacji kolb u linii i odmian syntetycznych w polu.

Ocena odporności

Odporność roślin oceniano na przełomie września i października. Oceny porażenia kolb dokonano posługując się skalą od 1 do 5 (tab. 1; Chelkowski, 1993). Bazując na tej skali liczono współczynnik fuzariozy, o zakresie 0–500 odzwierciedlający odporność badanych materiałów na fuzariozę kolb używając wzoru:

$$Wf = \frac{\sum F \times 100}{n}$$

gdzie:

Wf — współczynnik fuzariozy

F — oznacza stopień porażenia kolby

n — oznacza liczbę ocenianych kolb.

Tabela 1

Skala oceny porażenia kolb przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (Chelkowski, 1989)
The scale to estimate severity of ear rot in maize (Chelkowski, 1989)

Ocena Score	Opis Severity of infection
1	Porażenie bardzo słabe (1-6 ziarniaków, 2%) — Very low (1-6 kernels, 2%)
2	Porażenie słabe (7-30 ziarniaków, 3-10%) — Low (7-30 kernels, 3-10%)
3	Porażenie średnie (1/3 kolby, 11-30 ziarniaków) — Medium (1/3 of ear, 11-30 kernels)
4	Porażenie silne (1/2 kolby, 31-50%) — High (1/2 of ear, 31-50%)
5	Porażenie bardzo silne (ponad 1/2 kolby, 51-100%) — Very high (more than 1/2 of ear, 51-100%)

Ocenę porażenia roślin przez zgorzel podstawy łodygi wykonywano na podstawie wyglądu przekroju łodygi, metodą opracowaną przez grupę roboczą FAO w latach 80-tych stosując skalę od 1 do 9 (tab. 2; Prończuk i in., 2004). Ocena w powyższej metodzie opiera się na ocenie stopniu rozkładu tkanek w węzłach i międzywęzłach. Obliczono indeks zgorzeli podstawy łodygi — P według wzoru Townsenda Heubergera (Prończuk, Prończuk, 1987):

$$P = \frac{\sum (n \times v) \times 100}{V \times N}$$

gdzie:

P — indeks zgorzeli podstawy łodygi

v — oznacza stopień porażenia roślin (1–9)

n — oznacza liczbę roślin w poszczególnych stopniach porażenia
 N — oznacza liczbę ocenianych roślin
 V — oznacza najwyższy stopień porażenia.

Tabela 2

Skala oceny zgorzeli podstawy łodygi kukurydzy
Scale to estimate severity of stalk rot in maize

Ocena Score	Opis Severity in infection
1	Brak objawów choroby — no symptoms
2	Porażenie bardzo słabe: niewielkie zmiany chorobowe (przebarwienia) w węźle u podstawy rośliny Very low: small discolour changes in base node
3	Porażenie bardzo słabe: niewielkie zmiany chorobowe (przebarwienia) w węzłach, łodyga jest bardzo twarda Very low: small discolour changes in nodes, stem is very tough
4	Porażenie nadal słabe: wyraźne zmiany chorobowe (przebarwienia) w węzłach oraz niewielkie u podstawy rośliny, łodyga jest wciąż twarda Still very low: distinct discolour changes in nodes and small ones at plant base, stem remains tough
5	Porażenie średnie: zmiany chorobowe obejmują 1-sze międzywęźle. Porażona część łodygi staje się miękka Medium: disease changes comprise 1 st internode, the infected part of stem becomes soft
6	Porażenie średnie: zmiany chorobowe sięgają 2-go międzywęźla. Porażona część łodygi jest miękka Medium: disease changes reach 2 nd internode, the infected part of stem is soft
7	Porażenie średnio silne: 1/2 tkanek łodygi w stanie rozkładu — Medium-high: 1/2 of stem tissues in decay
8	Porażenie silne: tkanek i łodygi w stanie rozkładu — High: tissues and stem in decay
9	Porażenie bardzo silne: całkowity rozkład tkanek łodygi — Very High: total decay of stem tissues

Test odpornościowy

W 2003 roku w każdej odmianie syntetycznej zaizolowano w okresie kwitnienia około 200 roślin w celu zapylenia wsobnego. Te rośliny zainokulowano mieszaniną wybranych izolatów *F. culmorum* i *F. graminearum*. W 2004 roku w obrębie wybranych linii zaizolowano od 2–3 najwcześniej kwitnących roślin, które ponownie inokulowano jak w roku poprzednim.

Inokulum wybranych izolatów obu patogenów produkowano na pożywce maltozowej. Do inokulacji stosowano mieszaninę roztwów *F. graminearum* i *F. culmorum* w stosunku 1:1, przy koncentracji zarodników 10^{-5} . Kolby zaizolowanych roślin inokulowano 2 tygodnie po kwitnieniu kwiatostanów żeńskich, nakłuwając je bolcami zanurzonymi w inokulum. Na podstawie badań prowadzonych w latach 2002 i 2003 wykazano, że metoda ta jest bardziej efektywna i powtarzalna w stosunku do inokulacji przy pomocy strzykawki (dane niepublikowane). Papierowe izolatory zapewniały utrzymanie wilgoci.

Pod koniec sezonu wegetacyjnego dokonywano selekcji oceniając na poszczególnych roślinach nasilenie fuzariozy kolb po inokulacji oraz zgorzeli podstawy łodygi przy infekcji naturalnej. Rośliny zdrowe lub tylko w niewielkim stopniu porażone, tj. kolby porażone do 25%–30% (fuzarioza kolb 1, 2 lub 3; zgorzel podstawy łodygi 1–5 w skali 9-stopniowej, gdzie 1 — oznacza brak choroby) wybierano do dalszej hodowli odpornościowej.

Warunki pogodowe w okresie trwania doświadczenia

Dane pogodowe, tj. temperatury dobowe, średnie wartości miesięczne, wartości minimalne i maksymalne oraz miesięczne sumy opadów zostały uzyskane ze Stacji Meteorologicznej Warszawa-Ursus.

WYNIKI

W roku 2003 i 2004 inokulacja kolb kukurydzy grzybami z rodzaju *Fusarium* okazała się skuteczna do selekcji przekazanego przez hodowców materiału. Spowodowała zróżnicowanie materiału pod względem podatności i umożliwiła wyselekcjonowanie roślin o podwyższonej odporności.

W 2003 roku nie zaobserwowano istotnych różnic w podatności na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi między odmianami syntetycznymi typu zębokształtnego i szklistego. Po inokulacji grzybami z rodzaju *Fusarium* badane odmiany syntetyczne można było scharakteryzować jako średnio podatne na fuzariozę kolb. Średni stopień porażenia kolb wynosił 3,6–3,7 przy współczynniku fuzariozy $Wf = 361,9\%–373,6\%$ (tab. 3). Przy infekcji naturalnej wszystkie badane odmiany syntetyczne oceniono jako średnio odporne na zgorzel podstawy łodygi. Porażenie podstawy łodygi roślin badanych odmian przez grzyby z rodzaju *Fusarium* oceniono na 5,0 lub powyżej 5,0. Jedynie średni stopień porażenia odmiany syntetycznej Nr 4 wynosił 5,5.

Tabela 3

Odporność badanych odmian syntetycznych na fuzariozę kolb po inokulacji i na zgorzel podstawy łodygi przy infekcji naturalnej w 2003 roku
Resistance of the tested synthetic varieties to ear rot, after inoculation, and stalk rot at natural infection in 2003

Odmiana syntetyczna Synthetic varieties	Typ Type	Liczba badanych roślin Number of tested plants	Liczba dni od siewu do kwitnienia Number of days from sowing to flowering		Fuzarioza kolb Ear rot		Zgorzel podstawy łodygi Stalk rot	
			średnia mean	zakres range	średni stopień porażenia ¹⁾ mean	wskaźnik porażenia ²⁾ (Wf) index	średni stopień porażenia ³⁾ mean	indeks choroby ⁴⁾ index
Nr 1	zębokształtna	197	76	71–81	3,6	361,9	4,4	48,4
Nr 2	dent	199	75	70–79	3,7	367,3	5,0	55,3
Nr 3	szklista	197	70	64–76	3,7	373,6	4,9	54,7
Nr 4	flint	198	69	64–72	3,6	359,6	5,5	61,4

¹⁾ Porażenie w skali 1–5 (1-porażenie słabe); Severity in 1–5 scale (1 — low)

²⁾ Wskaźnik wg Chełkowskiego i wsp. (1993); Index of the disease after Chełkowski *et. al.* (1993)

³⁾ Porażenie w skali 1-9 (1- brak choroby, 9 — bardzo silne porażenie); Severity in 1–9 scale (1 — low)

⁴⁾ Indeks choroby według wzoru (Townsenda i Heubergera za Prończuk, Prończuk 1987); Index of the disease (Townsend and Heuberger, after Prończuk, Prończuk, 1987)

W 2004 roku rośliny linii uzyskanych w 2003 roku odmian syntetycznych typu szklistego i zębokształtnego nie różniły się istotnie pod względem odporności na fuzariozę kolb. Wykazano natomiast różnice między tymi liniami w podatności na zgorzel podstawy łodygi. W 2004 roku linie uzyskane po selekcji na odporność w 2003 roku można było

scharakteryzować jako średnio odporne na fuzariozę kolb. Średni stopień porażenia kolb badanych linii po inokulacji kolb grzybami z rodzaju *Fusarium* wynosił 2,8–3,1, przy współczynniku fuzariozy $Wf = 275,5\%–326,6\%$ (tab. 4). Materiał roślinny badanych linii w 2004 roku oceniono jako średnio odporny i odporny na zgorzel podstawy łodygi. Przy infekcji naturalnej porażenie podstawy łodygi roślin przez grzyby z rodzaju *Fusarium* oceniono średnio na 2,7–4,3 w skali 1–9.

Tabela 4

Odporność linii uzyskanych po selekcji odmian syntetycznych w 2003 roku na fuzariozę kolb po inokulacji i na zgorzel podstawy łodygi przy infekcji naturalnej w 2004 roku
Resistance of the tested lines, obtained in 2003 from the synthetic varieties, to ear rot after inoculation and stalk rot at natural infection in 2004

Odmiana syntetyczna Synthetic varieties	Typ Type	Liczba badanych roślin Number of tested plants	Liczba dni od siewu do kwitnienia Number of days from sowing to flowering		Fuzarioza kolb Ear rot		Zgorzel podstawy łodygi Stalk rot	
			średnia mean	zakres range	średni stopień porażenia ¹⁾ mean	wskaźnik porażenia ²⁾ (Wf) index	średni stopień porażenia ³⁾ mean	ndeks choroby ⁴⁾ index
Nr 1	zębokształtna	167	86,5	78–93	2,9	286,8	3,1	26,4
Nr 2	dent	140	87,2	78–98	2,9	285,7	2,7	30,4
Nr 3	szklista	110	83,5	78–98	2,8	275,5	3,6	40,1
Nr 4	flint	114	79,2	78–86	3,1	326,6	4,3	49,4

¹⁾ Porażenie w skali 1–5 (1 — porażenie słabe); Severity in 1–5 scale (1 — low)

²⁾ Wskaźnik wg Chełkowskiego i wsp. (1993); Index of the disease after Chełkowski *et al.* (1993).

³⁾ Porażenie w skali 1–9 (1 — brak choroby, 9 - bardzo silne porażenie); Severity in 1–9 scale (1 — low)

⁴⁾ Indeks choroby według wzoru (Townsenda i Heubergera za Prończuk, Prończuk, 1987); Index of the disease (Townsend and Heuberger, after Prończuk, Prończuk, 1987)

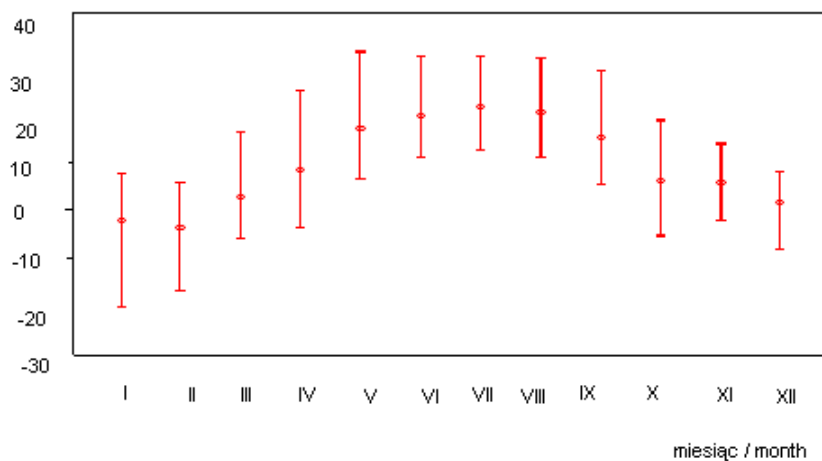
Porównując wyniki uzyskane w 2003 i 2004 roku można zaobserwować istotny wpływ selekcji przeprowadzonej w 2003r. (tab. 3, 4). Po selekcji w 2004 roku linie uzyskane z badanych odmian syntetycznych wykazywały wyższą odporność na fuzariozę kolb niż w pierwszym roku selekcji, średnio o ok. 1,0 stopień w skali 1–5. Wyniki te potwierdziły również obliczone współczynniki fuzariozy kolb badanego materiału. Współczynniki fuzariozy kolb trzech odmian syntetycznych były średnio wyższe o 100%. Mniejszy postęp hodowlany uzyskano dla odmiany syntetycznej Nr 4, której odporność była wyższa o 0,5 stopnia a współczynnik fuzariozy kolb o 33% w stosunku do roku poprzedniego. W roku 2004 średni stopień porażenia podstawy łodygi roślin był niższy jak w roku poprzednim więcej niż o 1,0 stopień w skali 1–9. Jedynie odmiana syntetyczna Nr 1 wykazywała niższą podatność na zakażenie podstawy łodygi średnio o 0,5 stopnia.

Dla określenia wczesności badanego materiału określono liczbę dni od daty siewu do kwitnienia (tab. 3, 4). Nie zaobserwowano istotnej zależności między wczesnością a stopniem odporności na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi. Zarówno w 2003 roku jak i w 2004 roku odmiany syntetyczne typu flint kwitły o kilka dni wcześniej, jednak różnic w średnim stopniu porażenia przez obie choroby nie było.

Stosując te same kryteria oceny w 2003 i 2004 roku w pierwszym cyklu selekcji (rok 2003) do dalszych badań wytypowano: (tab. 5) dla odmiany syntetycznej Nr 1; 30,5%

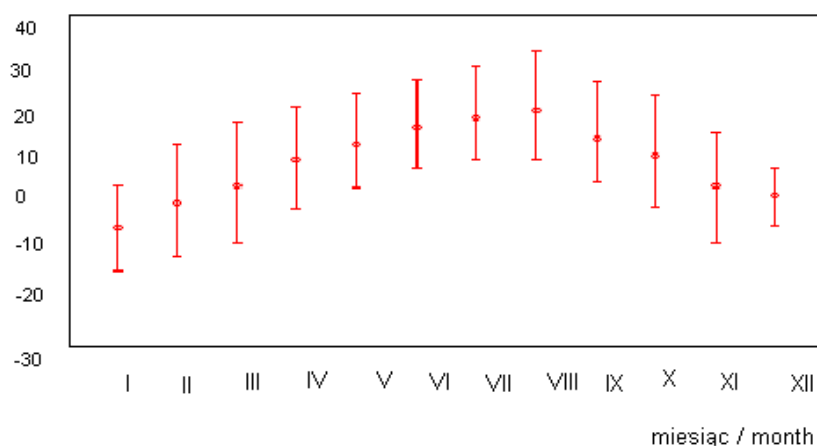
badanych roślin, dla odmiany syntetycznej Nr 2; 26,7% badanych roślin, dla odmiany syntetycznej Nr 3 21,3% badanych roślin a dla odmiany syntetycznej Nr 4; 20,7% badanych roślin. W 2004 roku (drugi cykl selekcji) dla 3 odmian syntetycznych: Nr 1, Nr 2 i Nr 3 do dalszych badań wytypowano ponad 70% roślin, a jedynie u odmiany syntetycznej Nr 4 procent wyselekcjonowanych do dalszych badań roślin wynosił 49,9%.

Warunki pogodowe w latach 2003 i 2004 były zasadniczo różne (rys. 1, 2, 3, 4).



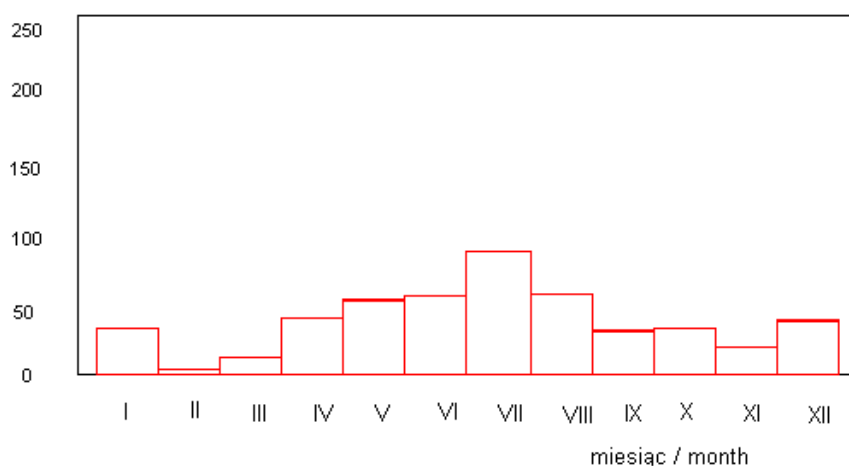
Rys. 1. Temperatury w roku 2003 (średnie, minimalne i maksymalne)

Fig. 1. The temperature in 2003 (mean, max. and min.)

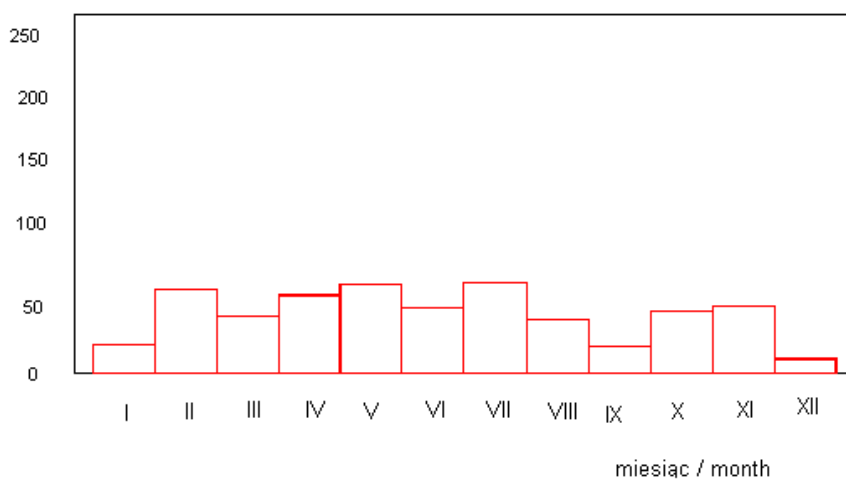


Rys. 2. Temperatury w roku 2004 (średnie, minimalne i maksymalne)

Fig. 2. The temperature in 2004 (mean, max. and min.)



Rys. 3. Miesięczne sumy opadów w roku 2003 (mm)
Fig. 3. Precipitation in 2003



Rys. 4. Miesięczne sumy opadów w roku 2004 (mm)
Fig. 4. Precipitation in 2004

W roku 2003 średnie temperatury dobowe w maju, czerwcu i lipcu były istotnie wyższe niż w roku 2004. Natomiast sumy opadów w tych miesiącach w roku 2003 były niższe niż w roku 2004. Miało to istotny wpływ na liczbę dni od daty siewu do kwitnienia i na termin wykonania inokulacji kolb. W 2003 roku odmiany syntetyczne typu szklistego jak i zębokształtnego kwitły wcześniej. Spowodowało to dłuższy rozwój patogena na porażonych kolbach.

Tabela 5

Procent roślin odmian syntetycznych w 2003 roku i linii w 2004 roku z określonymi ocenami porażenia na fuzariozę kolb po inokulacji oraz liczba i procent roślin wybranych do dalszych badań (po selekcji w 2003 i w 2004 roku)

Severity of the diseases on plants tested in 2003 and 2004 and percent of plants selected for the next investigation

Odmiana syntetyczna Synthetic varieties	Ocena porażenia / % roślin Disease severity / % plants	2003					2004				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nr1	% roślin badanych % tested plants	0,5	13,2	36,6	23,4	26,4	0,0	44,9	31,7	15,0	8,4
	% roślin wybranych % selected plants	0,5	11,2	18,8			0,0	41,9	28,7		
Nr 2	% roślin badanych % tested plants	2,0	8,5	37,2	24,6	27,6	0,0	42,9	35,0	15,7	6,4
	% roślin wybranych % selected plants	1,5	5,1	20,1			0,0	42,1	33,6		
Nr 3	% roślin badanych % tested plants	2,5	9,6	29,9	37,4	30,5	0,0	49,1	31,8	13,6	5,5
	% roślin wybranych % selected plants	2,0	6,1	13,2			0,0	47,3	25,5		
Nr 4	% roślin badanych % tested plants	1,0	12,6	37,9	22,7	25,8	0,0	38,6	25,4	21,9	14,0
	% roślin wybranych % selected plants	0,5	7,6	12,6			0,0	29,8	20,1		

DYSKUSJA

Najbardziej krytycznym okresem w rozwoju kukurydzy jest czas kwitnienia. Okres przed i w trakcie kwitnienia decyduje w znacznym stopniu o wielkości wykształconej kolby. Czynniki stresowe występujące w tym okresie mogą wpływać na wielkość zawiązywanej kolby. Najczęstszym czynnikiem stresowym jest susza oraz patogeny grzybowe, do których należą grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. Dlatego w hodowli przywiązuje się dużą uwagę przy selekcji badanego materiału do wczesności i odporności na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi (Adamczyk, Rogacki, 2005). Odporność na grzyby z rodzaju *Fusarium* jest uwarunkowana poligenicznie, co dodatkowo utrudnia i wydłuża proces hodowlany. Selekcję pod względem odporności należy podejmować już w pierwszych etapach hodowli. Inokulacja badanego materiału może ułatwić selekcję podnosząc jej skuteczność (Clements i in., 2003).

Prowadzono wstępną selekcję w obrębie 4 odmian syntetycznych otrzymanych od hodowców pod względem odporności na fuzariozę kolb oraz na zgorzel podstawy łodygi. Dwie badane odmiany były typu szklistego (Nr 3 i Nr 4) oraz 2 typu zębokształtnego (Nr 1 i Nr 2). Prowadzono selekcję w obrębie odmian pod względem wczesności i odporności na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, ponieważ materiały wczesne mają większe zastosowanie przy uprawie na ziarno. Grzyb *F. graminearum* szybciej rozwija się stając się głównym sprawcą fuzariozy kolb w wyższych temperaturach w okresie lata. Gdy temperatury są niższe z porażonych kolb bardzo często izoluje się również *F. culmorum*.

Zostało to również potwierdzone na podstawie wcześniej przeprowadzonych badań prowadzonych na kolbach zebranych w Radzikowie (Czembor, Prończuk, dane niepublikowane). Z powodu braku możliwości przewidywania temperatur w trakcie i po wykonaniu inokulacji, do badań użyto mieszaniny obu patogenów.

W latach 90. XX wieku z porażonych kolb kukurydzy izolowane były głównie *F. moniliforme* i *F. proliferatum* (Pascale i in., 1999; Prończuk i in., 1991; Scott, King, 1984). Zawartość *F. graminearum* wśród grzybów powodujących fuzariozę kolb była niska. Jednak ze względu na toksyczność produktów wytwarzanych przez tego patogena badania prowadzono od czasu, gdy wykazano jego występowanie (Bottalico, 1989; Perkowski i in., 1991; Reid i in., 1996). Obecnie *F. graminearum* i *F. culmorum* dominują w populacji *Fusarium* w całej Europie porażając zarówno zboża (Taylor, inf. ustna), jak i kukurydzę (Prończuk, inf. ustna).

Zapewnienie odpowiednio dużej presji patogena uzyskanej poprzez inokulację pozwoliło na ujawnienie zmienności w odporności roślin w obrębie badanych odmian syntetycznych i przeprowadzenie efektywnej selekcji. Ocena w 2004 roku podatności roślin na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi linii S_1 uzyskanych z badanych syntetyków (materiał po selekcji w 2003 roku) wykazała, że selekcja w roku poprzednim była przeprowadzona właściwie, a badany materiał wykazuje podwyższoną odporność na badane choroby. Wykazały to średnie stopnie porażenia, współczynniki fuzariozy i indeksy choroby obliczone dla zgorzeli podstawy łodygi.

WNIOSKI

1. Inokulacja kolb kukurydzy mieszną *F. graminearum* i *F. culmorum* była skuteczna do selekcji przekazanego przez hodowców materiału pod względem odporności na fuzariozę kolb.
2. Materiały wyselekcjonowane w pierwszym roku badań wykazały podwyższoną odporność w roku następnym.
3. Dla potwierdzenia wyników oraz uzyskania materiałów o podwyższonej odporności na badane choroby selekcję należy prowadzić przez kolejne lata.

LITERATURA

- Abbas H. K., Mirocha C. J., Komendhal T., Bumes P. M., Meronuck R. A., Gunther R. 1988. Toxigenicity of *Fusarium proliferatum* and other *Fusarium* species isolated from corn ears in Minnesota. *Phytopathol.* 78: 1258 — 1260.
- Adamczyk J. 1998. Przegląd metod hodowli kukurydzy i ich skuteczność w praktyce. *Biul. IHAR* 208: 123 — 130.
- Adamczyk A., Rogacki J. 2005. Co wpływa na plon kukurydzy. W: *Kukurydza rośliną przyszłości*. Wyd. 3, Warszawa: 22 — 27.
- Bottalico A., Logriecom A., Visconti A. 1989. *Fusarium* species and their mycotoxins infected cereals in the field and in stored grains. In: *Fusarium — Mycotoxins, Taxonomy and Pathogenicity*, vol. 2 In: *Topics in secondary metabolites*. Chelkowski J. (ed.), Elsevier, Amsterdam, The Netherlands: 85 — 119.
- Chelkowski J., Kwaśna H. 1986. Zagrożenie upraw kukurydzy fuzariozą kolb i mikotoksynami fuzaryjnymi. *Ochrona Roślin* 1: 4 — 6.

- Chełkowski J., Prończuk M., Prończuk P. 1993. Observation on *fusarium* ear rot in maize and related species in Poland. *Hod. Rośl. Aklim.* 37 (4): 41 — 46.
- Clements M. J., Kleienschmidt C. E., Maragos C. E., Pataky J. K., White D. G. 2003. Evaluation of inoculation techniques for *Fusarium* ear rot and fumonisin contamination of corn. *Corn Dis.* 87: 147 — 153.
- Dolstra O., Marton C., Menzi M., Mohr I., Plieneger D. L., Prończuk M. 1993. Evaluation of recurrent selection for stalk rot resistance in a synthetic maize population. In: *Proc. of Maize and Sorghum — Eucarpia XVIth Conference on Breeding and Molecular Biology Accomplishments and Future Promises*. Bergamo, Italy, 6–9, 1993: 1 — 7.
- Dubas A. 2001. Aktualne problemy uprawy kukurydzy w Polsce. *Wiś Jutra* 6 (35): 7 — 8.
- Jarvis J. L., Ciark R. L., Guthrie W. D., Berry E. C., Russell W. A. 1984. The relationship between second-generation European corn borers and stalk rot fungi in maize hybrids. *Maydica* 29: 247 — 263.
- Mesterhazy A. 1989. Progress in breeding of wheat and corn genotypes not susceptible to infection by *Fusaria*. In: J. Chełkowski (ed.) *Fusarium Mycotoxins, Taxonomy and Pathogenicity*. Elsevier, Amsterdam: 357 — 386.
- Logrieco A., Moretti A., Ritieni A., Chełkowski J., Altomare C., Bottalico A., Randazzo G. 1993. Natural occurrence of beauvericin in preharvest *Fusarium subglutinans* infected corn ears in Poland. *J. Agric. Food Chem.* 41: 2149 — 2152.
- Pascale M., Visconti A., Avantaggiato G., Prończuk M., Chełkowski J. 1999. Mycotoxin contamination of maize hybrids after infection with *Fusarium proliferatum*. *J. Sci. Food Agric.* 79: 2094 — 2098.
- Perkowski J., Chełkowski J., Plattner R. D., Goliński P. 1991. Cumulation of mycotoxins in maize cobs infected with *Fusarium graminearum*. *Mycotoxin Res.* 7A: 115 — 120.
- Presello D. A., Reid L. M., Mather D. E. 2004. Resistance of Argentine maize germplasm to *Gibberella* and *Fusarium* ear rots. *Maydica* 49: 73 — 81.
- Prończuk M., Prończuk S. 1987. Przydatność „metody chłodniowej” w ocenie odporności żywicy trwałej na *Fusarium nivale* (Fr) Ces. *Biul. IHAR* 162: 27 — 32.
- Prończuk M., Bojanowski J., Warzecha R. 2004. Effect of leaf infection by *Kabatiella zae* on stalk rot prevalence and grain yield of maize hybrids. *J. Phytopathol.* 152: 410 — 415.
- Prończuk M., Prończuk S., Meszasz M. 1991. Pathogenicity of *Fusarium* spp. contributing the stalk rot of maize in Poland. *Mycotoxin Res.* 7A: 97 — 101.
- Reid L. M., Stewart D. W., Hamilton R. I. 1996. A 4-year study of the association between gibberella ear rot severity and deoxynivalenol concentration. *J. Phytopathol.* 144: 431 — 436.
- Ross P. F., Rice L. G., Osweiler G. D., Nelson P. E., Richard J. L., Wilson T. M. 1992. A review and update of animal toxicoses associated with fumonisin-contaminated feeds and production of fumonisins by *Fusarium* isolates. *Mycopathol.* 117: 109 — 114.
- Scott G. E., King S. B. 1984. Sample size to detect genotypic differences in maize to kernel infection by *Fusarium moniliforme*. *Maydica* 29: 151 — 160.
- Shelby R. A., White D. G., Bauske E. M. 1994. Differential fumonisin production in maize hybrids. *Plant Dis.* 78: 582 — 584.
- Teich A. H. 1989. Epidemiology of corn (*Zea mays* L.) ear rot caused by *Fusarium* spp. In: *Fusarium — Mycotoxins, Taxonomy and Pathogenicity*. Chełkowski J. (ed.), Elsevier, Amsterdam, The Netherlands: 319 — 328.