

## SESJA I

### POSTĘP HODOWLANY I ODMIANOWY A PLONOWANIE

### KUKURYDZY

#### SPIS TREŚCI:

1. *Arseniuk E., Warzecha R. i in.:* Postęp genetyczny i hodowla odmian kukurydzy dla różnych kierunków wykorzystania
2. *Broda Z., Weigt D. i in.:* Badanie dystansu genetycznego pomiędzy populacjami podwojonych haploidów a formami diploidalnymi kukurydzy na podstawie markerów RAPD-PCR
3. *Hołaj J.:* Potrzeby informacyjne producentów kukurydzy uprawianej na ziarno
4. *Sulewska H., Adamczyk J. i in.:* Porównanie efektów kontrolowanego samozapylenia i swobodnego przepylenia poprzez ocenę jakości ziarna kukurydzy
5. *Warzecha R., Bujak H. i in.:* Stabilność plonowania odmian mieszańcowych kukurydzy
6. *Warzecha R., Żurek M.:* Wytwarzanie linii podwojonych haploidów kukurydzy (*Zea mays L.*)

## **POSTĘP GENETYCZNY I HODOWLA ODMIAN KUKURYDZY DLA RÓŻNYCH KIERUNKÓW WYKORZYSTANIA**

### ***GENETIC PROGRESS AND BREEDING OF MAIZE VARIETIES FOR DIFFERENT USE DIRECTIONS***

**Arseniuk Edward<sup>1</sup>, Roman Warzecha<sup>1</sup>, Monika Żurek<sup>1</sup>, Jerzy Siódmiak<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Radzików

<sup>2</sup> Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka

Kukurydza należy do najważniejszych roślin uprawnych w Świecie. Jest produkowana na powierzchni około 160 milionów hektarów, a jej roczne zbiory przekraczają obecnie 860 milionów ton. Ziarno kukurydzy ma wszechstronne zastosowanie, przede wszystkim, jako pasza w żywieniu wszystkich grup zwierząt gospodarskich – monogastrycznych (trzoda, drób) i przeżuwających (bydło mleczne i opasowe, kozy, owce), również w produkcji ryb.

W wielu krajach rozwijających się ziarno kukurydzy jest bardzo ważnym, niekiedy podstawowym składnikiem produktów spożywczych dla ludzi. Odgrywa coraz większe znaczenie w produkcji energii odnawialnej (bioetanol) i w wielu dziedzinach produkcji przemysłowej wykorzystujących skrobię i inne składniki. Przemysłowe wykorzystanie ziarna kukurydzy zaczyna stanowić coraz większą konkurencję dla zastosowania paszowego i spożywczego.

W krajach Europy, zwłaszcza w centralnym i północnych strefach, w tym również w Polsce, obok kukurydzy ziarnowej, uprawia się kukurydzę na kiszonkę z całych roślin.

Kiszonka z kukurydzy jest podstawową paszą energetyczną i objętościową w żywieniu bydła mlecznego i opasowego. W ostatnim okresie staje się ona również najważniejszym surowcem do produkcji biogazu wykorzystywanego do wytwarzania ciepła i energii elektrycznej.

Kukurydza ma również znaczące miejsce w polskim rolnictwie. Jej powierzchnia uprawy w 2007 roku wyniosła około 630 tysięcy hektarów, w tym w uprawie na kiszonkę około 370 tysięcy hektarów, a w uprawie na ziarno około 260 tysięcy hektarów. W roku 2004 było w Polsce 412 tysięcy hektarów kukurydzy ziarnowej, jednak 3 kolejne niekorzystne lata spowodowały spadek areału prawie aż o 40%..

Korzystne tendencje obserwuje się natomiast w produkcji kukurydzy na kiszonkę z całych roślin; od kilku lat systematycznie wzrasta powierzchnia jej uprawy, od 133 tysięcy hektarów w 1995 roku do 370 tysięcy hektarów w 2007 roku. Kiszonka z kukurydzy była dawniej głównie paszą sezonową dla zwierząt przeżuujących, stosowaną w okresie zimowym. Obecnie jest paszą całoroczną. Bardzo korzystnie wpływa na przewód pokarmowy zwierząt i na stabilizację produkcji mięsa i mleka. Skrobia zawarta w kiszonce z kukurydzy, w przeciwieństwie do skrobi innych roślin, ulega tylko częściowemu trawieniu w żwaczu. Pozostała jej część jest trawiona i wchłaniana w jelicie cienkim, co wywiera korzystny wpływ na produktywność zwierząt.

W 2011 roku, powierzchnia uprawy kukurydzy na ziarno wyniosła 333 tysiące hektarów, a na kiszonkę ponad 426 tysięcy hektarów. Przewiduje się dalszy wzrost powierzchni w bieżącym roku, co wynika z korzystnych cen ziarna w sezonie 2011/2012. Prognozy wykazują, że w bieżącym sezonie może być w Polsce nawet milion hektarów kukurydzy, gdyż ponad 30% zasiewów zbóż ozimych, głównie pszenicy, pszenżyta, jęczmienia oraz podobny procent zasiewów rzepaku, mogło nie przetrwać. Znacząca część tych zasiewów zostanie przesiana kukurydzą.

Podstawą nowoczesnej hodowli kukurydzy jest wykorzystanie zjawiska heterozji, czyli bujności mieszańców. Zjawisko to przejawia się w pokoleniu  $F_1$  uzyskiwanym w wyniku krzyżowania elitarnych linii wsobnych matecznych i ojcowskich. Nasiona  $F_1$  pozyskuje się z linii matecznych pozbawionych wiech przed kwitnieniem (kastracja ręczna lub mechaniczna) lub pozbawionych genetycznie możliwości wytwarzania pyłku (linie CMS). Linie ojcowskie służą wyłącznie do zapylania i po kwitnieniu są usuwane z plantacji nasiennych. Efekty heterozji występują wyłącznie w pokoleniu  $F_1$ , gdyż w następnym i dalszych pokoleniach występuje segregacja cech, która powoduje gwałtowny spadek plonów ziarna i kiszonki oraz obniżenie poziomu innych cech, dlatego nasiona  $F_1$  nie mogą być przedmiotem dalszej reprodukcji.

W przypadku krzyżowania dwóch linii wsobnych, matecznej linii *A* i ojcowskiej linii *B*, uzyskuje się nasiona mieszańców pojedynczych (ang. *SC* - *single cross*). W produkcji występują również mieszańce trójliniowe (ang. *TC* - *three-way cross*) pochodzące z krzyżowania matecznego mieszańca *AB* z linią ojcowską *C*. Te mieszańce są bardziej wydajne w produkcji nasiennej.

W warunkach Polski i Północnej Europy podstawą hodowli jest krzyżowanie komponentów matecznych i ojcowskich reprezentujących przeciwstawne pule genowe. Jednym z komponentów (najczęściej matecznym) jest linia typu zębokształtnego (dent), podczas gdy drugi komponent jest typu szklistego (flint). Linie dent wnoszą do mieszańców potencjał plonowania, lecz są z reguły późniejsze. Linie flint uwczesniają mieszańce i wnoszą do nich cechę tzw. wczesnego wigoru, czyli zdolność rozwoju w mniej korzystnych warunkach termicznych w okresie wiosennym. Według Prof. J. Adamczyka z Hodowli Roślin Smolice, około 65% mieszańców kukurydzy uprawianych w Europie pochodzi z krzyżowań typu dent x flint. Mieszańce typu dent x dent są przeznaczone do uprawy w warunkach bardziej korzystnych pod względem termicznym, w krajach Europy Południowej.

W hodowli odmian kukurydzy do uprawy na ziarno podstawowe kryteria selekcyjne to wysokość plonu ziarna przy 15 % zawartości wody (dt/ha) i odpowiednia wczesność. Te cechy są skorelowane negatywnie, stąd też wynika trudność korzystnego połączenia wysokiego plonu ziarna i odpowiedniej wczesności. W praktyce hodowlanej wczesność mieszańców kukurydzy jest określana zawartością suchej masy w ziarnie (lub wody) w %, przy zbiorze tj. po osiągnięciu przez mieszańce dojrzałości fizjologicznej. Mieszańce akumulujące więcej suchej masy w ziarnie, czyli o mniejszej zawartości wody w ziarnie przy zbiorze są wcześniejsze. Porównując poziom akumulacji suchej masy w ziarnie nowych mieszańców do zawartości suchej masy w ziarnie mieszańców wzorcowych, określa się ich wczesność i przypisuje się im liczbę FAO. W warunkach polskich, za wczesne uważa się mieszańce o liczbie FAO do 220, za średniowczesne mieszańce o liczbie FAO 230-250, a za średniopóźne mieszańce o liczbie FAO 260-290.

Zwraca się ponadto uwagę na wymłacalność kolb, łatwość dosuszania ziarna i strukturę kolby, czyli stosunek ziarna do rdzenia. Mieszańce o korzystnej strukturze kolby, czyli o cienkich rdzeniach, wykazują szczególną przydatność do uprawy na CCM - kisonkę z odkoszulkowanych kolb do żywienia trzody chlewnej. Bardzo ważnym kryterium oceny mieszańców do uprawy na ziarno jest ich odporność na wyleganie zarówno korzeniowe jak i fuzaryjne, powodowane przez grzyby wywołujące zgnilizny łądyg. Z reguły odmiany wcześniejsze wykazują większą skłonność do wylegania fuzaryjnego niż późniejsze, jednak obecnie ta cecha nie stanowi większego problemu z punktu widzenia hodowli. Bardzo ważną cechą nowoczesnych odmian mieszańcowych poza wymienionym już wczesnym wigorem, jest cecha określana mianem „stay green”, polegająca na wydłużonym utrzymywaniu się

zieloności liści i łodyg w okresie dojrzewania. Tradycyjne odmiany bez tej cechy dosyć szybko zasychały kończąc szybko proces asymilacji związków organicznych. Cecha ta ma szczególne znaczenie dla odmian uprawianych w rejonach o bardziej korzystnych warunkach termicznych. Poza najważniejszymi cechami jak plonowanie, wczesność i odporność na wyleganie mieszańce do uprawy na ziarno muszą wykazywać tolerancję na najważniejsze choroby - głównie guzowatą (*Ustilago maydis*), fuzariozy kolb (*Fusarium sp.*) i szkodniki - omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis*). Szczególne znaczenie ma tolerancja w stosunku do chorób fuzaryjnych kolb, gdyż wytwarzają one bardzo groźne dla zdrowia zwierząt i człowieka związki chemiczne, mikotoksyny.

Nowym zagrożeniem dla upraw kukurydzy w Polsce jest szkodnik kwarantannowy, zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa (*Diabrotica virgifera*), którego pojawienie się będzie musiało znaleźć odzwierciedlenie w programach hodowlanych.

Wśród najważniejszych kryteriów branych pod uwagę w hodowli odmian na kiszonkę należy wymienić: całkowity plon suchej masy łodyg, liści i kolb (dt/ha), udział kolb w całkowitym plonie suchej masy (korzystny powyżej 50%), zawartość suchej masy przy zbiorze w całych roślinach w przy zbiorze (około 32%). Ta ostatnia cecha, podobnie jak zawartość suchej masy w ziarnie w przypadku odmian ziarnowych, jest podstawą oceny wczesności mieszańców na kiszonkę i wyznaczania ich liczby FAO.

Duże znaczenie mają również wczesny wigor i cecha „stay green”, która korzystnie wpływa na akumulację suchej masy w końcowym okresie wegetacji jak i na wydłużenie terminu zbioru. Ważnym kryterium oceny mieszańców kiszonkowych jest ich strawność. Nowoczesne programy hodowlane zwracają uwagę na podniesienie poziomu strawności wegetatywnych części roślin, gdyż tutaj są jeszcze duże możliwości poprawienia tej cechy. Mieszańce relatywnie wczesne, o wysokiej zawartości suchej masy przy zbiorze, (30-32%) i o korzystnym udziale kolb w całkowitym plonie suchej masy, (ponad 50%), są bardzo dobrym surowcem do produkcji wysokoenergetycznej kiszonki. Taka rolę spełniają również mieszańce ziarnowe, wczesne lub średnio-wczesne, o wysokim plonie ziarna. Pomimo, że są zarejestrowane na ziarno, to hodowcy często rekomendują je również do uprawy na kiszonkę.

W ostatnich latach zwraca się coraz większą uwagę na przydatność odmian kukurydzy do celów przemysłowych. W tym aspekcie jedną z najważniejszych cech jest produkcja bioetanolu. Kukurydza jest potencjalnie jednym z najważniejszych surowców do produkcji bioetanolu. Plon bioetanolu z hektara uprawy kukurydzy jest wypadkową plonu ziarna i

zawartości skrobi. Biorąc pod uwagę powyższe, wszystkie liczące się firmy hodowlano-nasienne obecne na polskim rynku, testują swoje najlepsze odmiany pod kątem wydajności bioetanolu. Z 1 tony ziarna kukurydzy można otrzymać, około 3,7 hektolitra bioetanolu. Jeśli dana odmiana wykaże wyższą wydajność bioetanolu rzędu 2-3 l/100 kg ziarna, przy dużej skali produkcji, będzie to rzutować na końcowy wynik finansowy.

Jeszcze większe znaczenie niż w produkcji bioetanolu, kukurydza zaczyna odgrywać w produkcji biogazu. Już wykazano, że najlepsze odmiany kiszonkowe, o najwyższych plonach zielonej masy, są podstawowym i bezkonkurencyjnym surowcem do produkcji biogazu. Według danych niemieckich, gdzie technologia produkcji biogazu jest wdrażana na skalę przemysłową, z 1 tony kiszonki kukurydzy o zawartości suchej masy 30-40% można wyprodukować 170-220 m<sup>3</sup> biogazu o zawartości 50-55% metanu. Przy plonie kiszonki 45 ton/ha można wyprodukować 7650 do 9900 m<sup>3</sup> biogazu. Taka ilość gazu pozwala na wytworzenie 15300 do 19800 kWh prądu elektrycznego. W biogazowniach rolniczych kiszonka z kukurydzy stanowi podstawowy surowiec. Zapotrzebowanie na kiszonkę może wynieść od 500 do 1000 hektarów dla każdej biogazowni.

Biorąc pod uwagę powyższe, bardzo korzystnie przedstawia się przyszłość uprawy kukurydzy w Polsce. Istnieją duże potrzeby i możliwości zwiększenia uprawy kukurydzy na kiszonkę do produkcji mleka i mięsa wołowego, jak również do biogazowni rolniczych. W fazie projektowania jest obecnie około 270 biogazowni rolniczych. 17 biogazowni jest już w eksploatacji, a kolejnych 10 jest w budowie. Zapotrzebowanie na kiszonkę może wynieść od 500 do 1000 hektarów dla każdej biogazowni. Zwiększana będzie też uprawa kukurydzy na ziarno, dla potrzeb paszowych i przemysłowych – produkcji bioetanolu, skrobi i wyrobów młynarskich (mąka kukurydziana, grys).

Miarą postępu genetycznego w hodowli kukurydzy jest liczba odmian w Krajowym Rejestrze. Obecnie w Polsce jest zarejestrowanych 175 odmian mieszańcowych (F<sub>1</sub>) kukurydzy. 106 odmian jest zarejestrowanych do uprawy na ziarno, 55 na kiszonkę z całych roślin i 14 odmian ogólnoużytkowych, które w doświadczeniach rejestrowych były oceniane pod względem przydatności do obydwu kierunków użytkowania. Ponadto do uprawy na kiszonkę są rekomendowane odmiany ziarnowe, o wysokim potencjale plonowania. Reprezentują one generatywny typ rozwoju. Odmiany kiszonkowe są polecane w znacznie węższym zakresie do uprawy na ziarno, gdyż reprezentują one typ wegetatywny i z reguły wytwarzają większą masę roślinną.

Prawie połowa odmian kukurydzy znajdujących się w Krajowym Rejestrze, bo aż 83, została zarejestrowana w ostatnich 5 latach, a 17 na początku 2012 roku. 16 odmian zostało zarejestrowanych jeszcze przed 2000 rokiem. Kilka spośród tych odmian, ze względu na swoją dużą wartość gospodarczą, odgrywa nadal znaczącą rolę w uprawie kukurydzy. Z reguły akceptacja danej odmiany przez producentów zajmuje pewien czas, niekiedy kilka lat.

Odmiany kukurydzy, przeznaczone do uprawy na ziarno i na kiszonkę dzielą się na: wczesne (FAO do 220), średniowczesne (FAO 230-250) i średniopóźne (FAO 250-290). Wśród zarejestrowanych odmian na ziarno i na kiszonkę 44 (25,1%) jest w grupie wczesnej, 85 (48,6%) w grupie średniowczesnej i 46 (26,3%) w grupie średniopóźnej. Rejonizacja odmian kukurydzy ma bardzo duże znaczenie, gdyż wysiew odmian zbyt późnych, w warunkach Polski Północnej, a nawet w środkowym rejonie kraju, na ogół skutkuje niemożnością osiągnięcia wymaganych parametrów (plonów i wczesności), a niekiedy brakiem możliwości zbioru plonu. Większe restrykcje w tym zakresie dotyczą odmian do uprawy na ziarno niż na kiszonkę.

Innym kryterium charakterystyki odmian kukurydzy jest typ hodowlany. Wśród zarejestrowanych odmian kukurydzy, główne typy hodowlane stanowią mieszańce pojedyncze, czyli dwuliniowe (SC), składające się z dwóch linii (A x B), oraz mieszańce trójliniowe (TC), składające się z trzech linii, (AB) x C. Mieszańce podwójne, czyli czteroliniowe, (DC) są produktem krzyżowania dwóch mieszańców pojedynczych (AB) x (CD). W rejestrze odmian kukurydzy jest obecnie 99 (56,6%) mieszańców pojedynczych, 74 (42,3%) mieszańców trójliniowych i tylko 1 (1,1%) mieszańca podwójny. Zaletą mieszańców pojedynczych jest większe wyrównanie morfologiczne i niekiedy wyższe plonowanie niż mieszańców trójliniowych, głównie w bardziej intensywnych warunkach produkcji, jakkolwiek nie jest to regułą. Mieszańce trójliniowe są lepiej dostosowane do gorszych warunków uprawy. Produkcja nasion mieszańców pojedynczych jest mniej wydajna i trudniejsza, dlatego ceny nasion są na ogół wyższe niż mieszańców trójliniowych.

Wśród 175 odmian kukurydzy w Krajowym Rejestrze, 135 (77,1%) pochodzi z hodowli zagranicznych i 40 (22,9%) z krajowych hodowli, z Hodowli Roślin Smolice (33 odmiany) oraz z Małopolskiej Hodowli Roślin, Oddział Kobierzyce (7 odmian). Udział polskich odmian kukurydzy w krajowym rynku nasion, głównie z Hodowli Roślin Smolice, wynosi niezmiennie od wielu lat 35-40%, a wśród 10 najchętniej kupowanych odmian, 7 pochodzi z tej hodowli (dane własne). Poza polską hodowlą znaczącą rolę na naszym rynku odgrywają

czołowe firmy zagraniczne: Pioneer, KWS, Limagrain, Syngenta, Euralis, Monsanto, RAGT, Maisadour, Dow AgroSciences.

Poza odmianami z Krajowego Rejestru, do uprawy w Polsce są dopuszczone ponadto odmiany kukurydzy pochodzące z tzw. wspólnotowego katalogu (zarejestrowane w krajach Unii Europejskiej). Według danych na koniec grudnia 2011 roku, w katalogu wspólnotowym znajdowało się aż 4555 odmian kukurydzy, w tym 225 odmian kukurydzy genetycznie zmodyfikowanej MON 810 z genem Bt odporności na omacnicę prosowiankę, jedynej tego typu poza ziemniakiem Amfora dopuszczonej do uprawy rośliny w UE. Tylko część odmian z katalogu europejskiego ma wczesność odpowiednią do warunków klimatycznych Polski.

#### **Materiały źródłowe:**

1. Lista Odmian Roślin Rolniczych wpisanych do krajowego rejestru (Polish National List of Agricultural Plant Varieties) 2011. COBORU, Słupia Wielka.
2. Lista Opisowa Odmian. Rośliny Rolnicze, 2011. COBORU, Słupia Wielka, lipiec 2010.
3. [www.Coboru.pl](http://www.Coboru.pl) (rejestr odmian – kukurydza).



**BADANIE DYSTANSU GENETYCZNEGO POMIĘDZY POPULACJAMI  
PODWOJONYCH HAPLOIDÓW A FORMAMI DIPLOIDALNYMI KUKURYDZY  
NA PODSTAWIE MARKERÓW RAPD-PCR**

***STUDY OF GENETIC DISTANCE BETWEEN DOUBLE HAPLOIDS POPULATION  
AND DIPLOIDFORMS OF CORN USING MOLECULAR MARKERS RAPD-PCR***

**Zbigniew Broda, Dorota Weigt, Sylwia Mikołajczyk, Agnieszka Tomkowiak,**

**M. Szaroleta**

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Genetyki i Hodowli Roślin

Zjawisko polimorfizmu jest wykorzystywane w hodowli do analizy cech różnicujących rośliny pod względem zarówno fenotypowym, jak i genetycznym. Zróznicowanie to jest efektem jednoczesnego występowania w populacji kilku czynników genetycznych, takich jak allele lub układy genów o nieciągłych efektach genotypowych. Badanie polimorfizmu DNA stało się możliwe dzięki wykorzystaniu markerów molekularnych wykrywających różnice między genotypami badanych osobników. Metoda RAPD-PCR należy do grupy technik zwanych MAAP, która generuje markery przy użyciu pojedynczych starterów o losowej amplifikacji. Ten typ markerów genetycznych stosuje się między innymi do identyfikacji odmian hodowlanych, znakowania ważnych cech użytkowych, jak również badania podobieństwa genetycznego.

Celem badań była ocena dystansu genetycznego linii podwojonych haploidów kukurydzy z wykorzystaniem losowej amplifikacji DNA metodą RAPD-PCR.

Przedmiot badań stanowiło 11 linii podwojonych haploidów otrzymanych z krzyżowań wewnątrzgatunkowych z linią indukującą (DH-SH03, DH-SH05, DH-SH06, DH-SH08, DH-SH10, DH-SH13, DH-SH15, DH-SH19, DH-SH20, DH-SH21, DH-SH22) oraz dwa wzorce, którymi były formy diploidalne typu dent (W-MWD31, W-MWD40). Testowano 33 startery oligonukleotydowe, z czego wybrano 10 generujących wysoki polimorfizm. Liczba prążków polimorficznych wynosiła 84, a monomorficznych 617. Na tej podstawie określono dystans genetyczny między liniami DH a formami diploidalnymi. Mieścił się on w przedziale od 2% do 24%. Badane rośliny utworzyły dwie grupy podobieństwa genetycznego. W pierwszej grupie znajdowały się linie: DH-SH03, DH-SH05, DH-SH10, DH-SH13, DH-SH20, DH-SH21, DH-SH22, które były od siebie różne średnio w 8%. Drugą grupę utworzyły genotypy: DH-SH06, DH-SH08, DH-SH15, DH-SH19, W-MWD31, W-MWD40. Pomiedzy nimi obserwowano dystans wynoszący średnio 6%. Dystans genetyczny między tymi dwoma grupami stanowił średnio 2%. Najmniejsze podobieństwo genetyczne do wzorcowych form

diploidalnych wykazała linia DH-SH 22, dla której dystans wyniósł 12%, a największe linia DH-SH03 – 2%. Analizowane wzorce diploidalne charakteryzowały się dystansem genetycznym na poziomie 11%.

# POTRZEBY INFORMACYJNE PRODUCENTÓW KUKURYDZY UPRAWIANEJ NA ZIARNO

## *INFORMATION NEEDS OF MAIZE GRAIN PRODUCERS*

**Jacek Hołaj**

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy Puławy

Kukurydza uprawiana na ziarno stanowi cenną energetycznie paszę i znajduje szerokie zastosowanie w produkcji mieszanek paszowych dla drobiu [Machul i in. 2004].

Kukurydza na ziarno jest produkowana zarówno w gospodarstwach jak i przedsiębiorstwach rolnych. W małych gospodarstwach rolnicy nastawieni są głównie na zabezpieczenie bytu swoich rodzin i produkcję na własne potrzeby. W dużych gospodarstwach i przedsiębiorstwach ich właściciele (producenci rolni) koncentrują się przede wszystkim na produkcji płodów, półproduktów i produktów, które przeznaczone są do sprzedaży na rynku zewnętrznym [Ziętara 2001].

Rola informacji w potrzebach producentów rolnych jest ważna, bowiem stanowi jeden z pięciu czynników produkcji obok areалу, zasobów ludzkich oraz środków technicznych i finansowych [Karbowski i Wyrzykowska 2009]. W warunkach nisko dochodowego gospodarstwa rolnego jego właściciel, na podstawie analizy dokonanej np. w oparciu o zastosowane technologie produkcji, określa zakres niezbędnych informacji. Z kolei producent rolny zmuszony jest do przeprowadzenia znacznie szerszej analizy zależności występujących wewnątrz przedsiębiorstwa (gospodarstwa) rolnego i na rynku zewnętrznym [Zaliwski i in. 2007]. W tym celu potrzebuje większej liczby precyzyjnych informacji np.: analiz rynku rolnego w ostatnich latach, trendów cenowych na następne lata w Polsce i w skali światowej, regulacji prawnych [Lewis 1998].

Producent rolny dla zapewnienia dobrej organizacji prac, właściwego poziomu technicznego i technologicznego produkcji potrzebuje szerokiego zakresu informacji. Informacje w nauce o zarządzaniu, z uwagi na perspektywę czasową, sklasyfikowane są na trzech poziomach decyzyjnych: strategicznym, taktycznym i operacyjnym [Zaliwski i Hołaj 2001]. Podejmowanie decyzji w dłuższej perspektywie czasowej to działania strategiczne, takie jak: postęp hodowlany w odmianach kukurydzy w ostatnich latach, prognozy rynkowe. Taktyka określa działania związane z realizacją przyjętej strategii, której przykładem może być opracowanie technologii produkcji ziarna kukurydzy. Działania operacyjne podejmowane są w krótkiej perspektywie czasowej i odnoszą się do prac bieżących np. terminy przeprowadzania zabiegów uprawowych [Zaliwski i in. 2007].

Poniżej przedstawiono podział głównej informacji ze względu na rodzaj uprawy i są to informacje potrzebne do:

- przeprowadzenia siewu nasion,
- prowadzenia zabiegów uprawowo - pielęgnacyjnych gleby,
- przeprowadzenia zabiegów nawożenia,
- prowadzenia zabiegów ochrony roślin,
- przeprowadzenia zbioru ziarna,
- suszenia ziarna,
- transportu ziarna do magazynu,
- przechowywania ziarna.

Przykładowo w zakresie siewu nasion informacje można podzielić na operacyjne, taktyczne i strategiczne.

Do informacji operacyjnych zalicza się:

- odmianę kukurydzy (liczba FAO) - liczba FAO określa długość okresu wegetacyjnego i im ta liczba jest wyższa tym odmiana jest późniejsza np. FAO 280, co wiąże się z większym ryzykiem niedojrzenia kukurydzy;
- termin przeprowadzenia siewu;
- rodzaj nasion (krajowe lub zagraniczne) - na rynku dostępne są polskie nasiona (tańsze) i zagraniczne (droższe), jednak cieszące się lepszą opinią wśród rolników;
- cenę nasion [PLN];
- ilość wysianych nasion [tys. sztuk·ha<sup>-1</sup>] - zaleca się wysiew od 70 do 100 tys. szt. nasion na ha, a ilość nasion zależy od typu odmiany.

Do informacji taktycznych zalicza się:

- typ agregatu siewnego i najczęściej jest to zaczepiany do ciągnika siewnik punktowy,
- możliwość usługowego przeprowadzenia siewu,
- płodozmian i przedplon.

Do informacji strategicznych zalicza się informacje meteorologiczne opracowane na podstawie danych - średnich wieloletnich. Obecnie mimo dużej wagi tych informacji, możliwość ich pozyskania przez producentów rolnych jest znikoma:

- wilgotność gleby na głębokości 5 cm [%],
- wilgotność gleby na głębokości 10 cm [%],
- temperaturę gleby na głębokości 10 cm [°C],
- temperaturę powietrza 5 cm nad gruntem [°C],
- wilgotność powietrza [%],

- opad [mm],
- liczba dni z opadem powyżej  $5 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Producent rolny zajmujący się uprawą kukurydzy na ziarno powinien prowadzić pełną rachunkowość kosztów i przychodów gospodarstwa (przedsiębiorstwa), co pozwoli na przeprowadzenie dokładnych analiz i określenie zakresu potrzebnych informacji. W celu właściwego i poprawnego wykorzystania wszystkich informacji potrzebnych przy planowaniu i realizowaniu technologii produkcji kukurydzy na ziarno, powinny być one wykorzystane przez system wspomaganie decyzji. Wskazane jest, aby system wspomaganie decyzji wdrażany był u producentów rolnych przez służby doradztwa rolniczego.

Planowanie produkcji ziarna kukurydzy, z wykorzystaniem analizy systemowej, może przyczynić się do obniżenia kosztów, wzrostu plonu i poprawy jakości ziarna oraz osiągnięcia korzystnych cen przy jego sprzedaży.

#### **BIBLIOGRAFIA**

1. Karbowski K., Wyrzykowska B. 2009. Podstawy teorii organizacji i zarządzania. Wydawnictwo SGGW.
2. Lewis T. 1998. Evolution of farm management information systems. Computers and Electronics in Agriculture, No. 19. pp. 233-248.
3. Machul M., Lipski S., Brzóska F., Kęsik K., Górski T., Hołubowicz-Kliza G., Madej A. 2004. Uprawa kukurydzy pastewnej na ziarno i CCM. Instrukcja upowszechnieniowa. IUNG Puławy. Nr 100. ISBN-83-89576-55-4.
4. Zaliwski A., Hołaj J. 2001. Wybrane aspekty wspomaganie decyzji technologicznych w gospodarstwie rolnym. Pamiętnik Puławski. Nr 124. s. 421-428.
5. Zaliwski A. S., Hołaj J., Nieróbca A. 2007. Potrzeby informacyjne w zarządzaniu przedsiębiorstwem rolnym. [online]. [dostęp 28.03.2012]. Dostępny w Internecie <http://www.dss.iung.pulawy.pl/Documents/ipr/eneeds.html>
6. Ziętara W. 2001. Zasób informacji niezbędnych do podejmowania decyzji w gospodarstwach i przedsiębiorstwach rolniczych. Pamiętnik Puławski. Nr 124. s. 465-477.

# **PORÓWNANIE EFEKTÓW KONTROLOWANEGO SAMOZAPYLENIA I SWOBODNEGO PRZEPYLENIA POPRZEC OCENĘ JAKOŚCI ZIARNA KUKURYDZY**

## ***COMPARISON OF CONTROLLED SELF-POLLINATION AND OPEN POLLINATION RESULTS BY EVALUATION OF MAIZE GRAIN QUALITY***

**Hanna Sulewska, \*Józef Adamczyk, \*Henryk Cygert, \*Janusz Rogacki,**

**Grażyna Szymańska, Karolina Śmiatacz**

, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Agronomii [sulewska@up.poznan.pl](mailto:sulewska@up.poznan.pl)

\*„Hodowla Roślin Smolice Grupa IHAR” Smolice

W doświadczeniach ścisłych nad oceną odmian kukurydzy poszczególne kracje wysiewa się w niewielkiej odległości od siebie. Kukurydza jako roślina obco- i wiatropylna może być zapylna pyłkiem niesionym ze znacznych odległości, jak podaje literatura nawet 200-300 m [Felsot 2002]. Doświadczenia nad koegzystencją odmian konwencjonalnych i GMO wykazały, że zasadniczo przepylenie zachodzi w znacznie mniejszej odległości, a mianowicie w pasie do 20m [Brittan 2006].

Bielmo ziarna jest triploidalne ( $3n$ ), z tego  $2n$  pochodzą od ojca (przekazywane przez pyłek) a tylko  $1n$  od rośliny matecznej, dlatego można oczekiwać większego wpływu formy ojcowskiej na parametry jakościowe ziarna [Rongling i wsp. 2002]. Dobitym przykładem tego jest obserwowane zjawisko xenii np. na kolbach kukurydzy cukrowej zapyłonej pyłkiem kukurydzy pastewnej.

Ziarno kukurydzy zbierane z kolb jest pokoleniem F<sub>2</sub> wysianego mieszańca, jednak tylko w sytuacji, gdy nastąpi jego zapylenie przez osobniki danej odmiany, jak to dzieje się na dużych polach. W przypadku niewielkich poletek występujących w doświadczalnictwie odmianowym mamy do czynienia ze swobodnym przepylaniem pyłkiem odmian sianych w bliskiej odległości, a uzyskane ziarno jest mieszańcem wysianej odmiany i odmian sąsiednich. W przypadku uprawy mieszańców dwuliniowych uzyskujemy przypadkowe mieszańce czteroliniowe, w których mogą ujawniać się pewne efekty heterozji a także pojawiać się efekty rozszczepienia innych cech. Zatem ziarno pochodzące z takiego przepylecia może różnić się składem chemicznym oraz innymi cechami od ziarna uzyskanego z wzajemnego zapylenia roślin tylko jednej odmiany. Wyniki uzyskane z takiej oceny nie będą porównywalne z wynikami zebranymi z dużych pól uprawnych.

W HR Smolice w 2007 roku przeprowadzono doświadczenie polowe, w którym uzyskano ziarno ośmiu mieszańców kukurydzy, pochodzące z wolnego zapylenia oraz kontrolowanego samozapylenia pod izolatorami.

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w układzie split-plot: czynnikiem I rzędu była odmiana: Bosman, Blask, Tur, Kozak, Bielik, Smok, SMH220, Kresowiak.

Czynnikiem II rzędu był sposób zapylenia uzyskanego ziarna F2: swobodne przepylenie, kontrolowane samozapylenie

W laboratorium Katedry Agronomii wykonano analizy zawartość składników pokarmowych oraz skrobi w ziarnie. Ponadto oceniono masę 1000 ziarniaków oraz masę hektolitra.

Tabela 1. Charakterystyka badanych odmian

Mieszaniec	Typ mieszańca	Liczba FAO
Bosman	SC	250
Blask	TC	240-250
Tur	TC	240
Kozak	SC	250
Bielik	TC	240
Smok	SC	230-240
SMH 220	SC	230-240
Kresowiak	TC	240

**Celem badań** było porównanie jakości ziarna kilku mieszańców kukurydzy powstałego w wyniku kontrolowanego samozapylenia bądź swobodnego przepylenia.

**W hipotezie badawczej** przyjęto, że ziarniaki powstałe ze swobodnego zapylenia pyłkiem różnych odmian rosnących obok siebie na sąsiednich poletkach różni się składem chemicznym oraz innymi cechami od ziarna kukurydzy powstałego z samozapylenia.

Ziarno wszystkich ośmiu badanych mieszańców kukurydzy powstałe w wyniku kontrolowanego samozapylenia charakteryzowało się wyższą masą 1000 ziarniaków oraz masą hektolitra niż ziarno powstałe w wyniku swobodnego przepylenia.

Sposób zapylenia istotnie różnicował również skład chemiczny ziarna kukurydzy. Ziarno powstałe na drodze kontrolowanego samozapylenia zawierało więcej białka w suchej masie niż powstałe przez swobodne przepylenie mieszaniną pyłku danej odmiany i odmian pyłących w sąsiedztwie. Taka zależność wystąpiła dla wszystkich badanych mieszańców kukurydzy i w większości przypadków różnice udowodniono statystycznie. Ponadto zawartość białka w suchej masie ziarna pochodzącego z samozapylenia badanych mieszańców charakteryzowała

mniejsza zmienność a także wyższe wartości zarówno minimalne jak i maksymalne w porównaniu z ziarnem zebrany z roślin zapylanych swobodnie mieszaniną pyłku.

Również zawartość tłuszczu w ziarnie roślin poddanych kontrolowanemu samozapyleniu była wyższa niż u otrzymanego w wyniku swobodnego zapylania. Jednak w przypadku tego składnika wykazano większą zmienność przy samozapyleniu niż przy swobodnym przepylaniu się roślin. Należy podkreślić, że zmienność ta wynika z korzystnego podniesienia wartości minimalnych i maksymalnych zawartości tłuszczu w ziarnie.

Z kolei dla zawartość włókna i popiołu w suchej masie ziarna uzyskanego w wyniku samozapylenia wykazano jedynie tendencję do wyższych wartości tych parametrów w porównaniu z oznaczonymi w ziarnie wytworzonym na drodze swobodnego przepylania mieszaniną pyłku.

Sposób zapylenia decydował o zawartości skrobi w ziarnie u wszystkich badanych mieszańców kukurydzy. Swobodne przepylenie mieszaniną pyłku odmian rosnących w sąsiedztwie prowadziło do zgromadzenia w ziarniakach większej ilości skrobi niż przy kontrolowanym samozapyleniu, a różnica w zawartości skrobi wahała się od 2,2pk% (Smok) do 6,1pk% (Bosman). Zawartość skrobi w ziarnie powstałym ze swobodnego przepylania była cechą bardziej stabilną niż przy kontrolowanym samozapyleniu. Ponadto przy swobodnym przepyleniu uzyskano wyższe wartości cechy zarówno minimalne jak i maksymalne.

### **Literatura**

1. Brittan K. 2006. Methods to enable the coexistence of diverse corn production systems. Agricultural Biotechnology in California Series. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8192.
2. Felsot A.S. 2002. Some corny ideas about gene flow and biodiversity. Agrichemical and Environmental News, No. 193.
3. Rongling W., Chang-Xing M., Gallo-Meagher M., Ramon C.L., Casella G. 2002. Statistical methods for dissecting triploid endosperm traits using molecular markers: an autogamous model. Genetics 162: 875 – 892.



# STABILNOŚĆ PLONOWANIA ODMIAN MIESZAŃCOWYCH KUKURYDZY

## *YIELD STABILITY OF MAIZE HYBRIDS*

**Roman Warzecha<sup>1</sup>, Henryk Bujak<sup>2</sup>, Józef Adamczyk<sup>3</sup>, Zdzisław Wolf<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Państwowy Instytut Badawczy, Radzików

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,

<sup>3</sup>Hodowla Roślin Smolice Sp. z o. o.

<sup>4</sup>Małopolska Hodowla Roślin HBP Sp. z o. o., Oddział Kobierzyce

Analiza interakcji genotypowo-środowiskowej (G x E) staje się niezbędna dla hodowców oraz w doświadczalnictwie odmianowym. Każda odmiana specyficznie reaguje na zmienne warunki klimatyczno-glebowe. U jednych interakcja genotypowo-środowiskowa jest wysoka, u innych niska. Między odmianami a środowiskiem może zachodzić interakcja ilościowa i jakościowa. Interakcja jakościowa występuje wówczas, gdy krzywe pod względem plonowania przecinają się i zachodzi zmiana kolejności odmian w rankingu plonowania. Przy interakcji ilościowej, istotne różnice między odmianami się pogłębiają, ale nie dochodzi do przecięcia krzywych. Cennych informacji o zachowaniu się odmian w poszczególnych środowiskach daje ocena stabilności ich plonowania. Informacje te są podstawowym kryterium przy mikro i makrorejonizacji odmian.

Celem pracy była ocena wysokości i stabilności plonowania oraz zawartości suchej masy eksperymentalnych odmian kukurydzy na podstawie doświadczeń przeprowadzonych w sześciu miejscowościach na terenie Polski: Radzików (woj. mazowieckie), Smolice i Łągowie (woj. wielkopolskie), Mikulice (woj. podkarpackie), Kobierzyce i Pustków (woj. dolnośląskie). Znaczne różnice w położeniu geograficznym i warunkach glebowo-klimatycznych gwarantowały zróżnicowanie środowisk. Doświadczenia przeprowadzono w 2010 roku.

Przeprowadzono, w każdej z 6 lokalizacji, 4 serie doświadczeń na ziarno (WZ1 - WZ4). W doświadczeniach WZ1 - WZ3, było po 25 obiektów (22 odmiany mieszańcowe i po 3 odmiany wzorcowe), a w doświadczeniu WZ4 było 10 obiektów (7 odmian mieszańcowych i 3 odmiany wzorcowe). Odmiany wzorcowe reprezentowały 3 grupy wczesności: NK Ravello (FAO 190-200), grupa wczesna, ES Paroli (FAO 250), grupa średnio wczesna i Ronaldinio (FAO 260), grupa średnio późna.

Przeprowadzono, w każdej z 6 lokalizacji, 2 serie doświadczeń na kisonkę z całych roślin (WK1 - WK2). Do tych doświadczeń włączono 43 obiekty. Doświadczenie WK1- 25 obiektów (22 odmiany mieszańcowe 3 odmiany wzorcowe), doświadczenie WK 2- 18

obiektów (15 odmian mieszańcowych i 3 odmiany wzorcowe). Odmiany wzorcowe reprezentowały 3 grupy wczesności: Amadeo (FAO 230-240), grupa wczesna, PR39R86 (FAO 240), grupa średnio wczesna i Subito (FAO 280), grupa średnio późna.

Uzyskane wyniki z obserwacji i pomiarów poddano opracowaniu statystycznemu. Do oceny wysokości plonowania mieszańców oraz ich interakcji ze środowiskami wykorzystano wielowymiarową czynnikową analizę wariancji według metodyki opracowanej przez Calińskiego i wsp. (1987). Ocena stabilności plonowania i zawartości suchej masy odmian mieszańcowych kukurydzy przeprowadzono z wykorzystaniem metod parametrycznych i nieparametrycznych.

Odmiany uczestniczące w doświadczeniach zostały podzielone na grupy wysoko, przeciętnie i nisko plonujące oraz rolniczo stabilne i niestabilne.

#### **W wyniku badań nad kukurydzą ziarnową wyróżniono:**

- 6 genotypów charakteryzujących się stabilną (nieistotną) interakcją genotypu i środowiska, o wysokim plonie ziarna, istotnie wyższym od wzorca. Takie genotypy mają szeroką zdolność adaptacyjną i plonują wysoko w większości środowisk.
- 1 genotyp, również o wysokim plonie ziarna, istotnie wyższym od średniego plonu obiektów w analizowanym doświadczeniu znalazły się w grupie genotypów o niestabilnej (istotnej) interakcji środowiskowej, w podgrupie intensywnej, co oznacza ich mniejszą adaptację do zróżnicowanych warunków środowiska. Takie genotypy równocześnie reaguje dodatnią interakcją w środowiskach lepszych.
- 6 genotypów w grupie o niestabilnej (istotnej) interakcji środowiskowej, w podgrupie nieokreślonej, co uniemożliwia ich jednoznaczną ocenę pod względem przydatności do określonych środowisk (intensywnych lub ekstensywnych).

Na podstawie klasyfikacji genotypów ze względu na wysokość i stabilność poziomu zawartości suchej masy w ziarnie w czasie zbioru wyróżniono:

- 5 genotypów charakteryzujących się stabilną (nieistotną) interakcją genotypu i środowiska, o wysokiej zawartości suchej masy ziarna, istotnie wyższej od wzorca.
- 15 genotypów zaliczono do grupy o niestabilnej (istotnej) interakcji środowiskowej, w podgrupie nieokreślonej.

Ponadto, na podstawie wykresów korelacyjnych wyodrębniono:

- genotypy o korzystnej korelacji plonu ziarna i wczesności,
- genotypy o korzystnej korelacji odporności na wyleganie i wczesności,
- genotypy szybko oddające wodę z ziarna w procesie dojrzewania.

#### **W wyniku badań na kukurydzą kiszonkową wyróżniono:**

- 1 genotyp ze względu na wysokość i stabilność plonowania (plon ogólny suchej masy całych roślin – t/ha), o plonie wysokim, istotnie wyższym od wzorca i o stabilnej (nieistotnej interakcji genotypu i środowiska oraz
- 2 genotypy ze względu na wysokość i stabilność poziomu zawartości suchej masy w całych roślinach w czasie zbioru, o stabilnej (nieistotnej reakcji genotypu i środowiska)
- 1 genotyp ze względu na wysokość i stabilność poziomu zawartości suchej masy w całych roślinach w czasie zbioru, o niestabilnej - ekstensywnej reakcji genotypu i środowiska.

**Ponadto, na podstawie wykresów korelacyjnych wyodrębniono:**

- genotypy o korzystnej korelacji plonu ogólnego suchej masy i zawartości suchej masy w całych roślinach,
- genotypy o korzystnej korelacji plonu ogólnego suchej masy i plonu suchej masy kolb,
- genotypy o korzystnej korelacji odporności na wyleganie i wczesności

Zarówno w odniesieniu do odmian kukurydzy na ziarno jak i na kiszonkę z całych roślin stwierdzono, że badane genotypy są silnie zróżnicowane pod względem poziomu plonowania, wczesności, reakcji na warunki środowiskowe i zdolności adaptacyjnej. Są wśród nich genotypy, których linie składowe będzie można wykorzystać do tworzenia perspektywicznych materiałów wyjściowych do syntezy nowych mieszańców kukurydzy.

## WYTWARZANIE LINII PODWOJONYCH HAPLOIDÓW KUKURYDZY (*ZEA MAYS L.*)

### *PRODUCTION OF DOUBLED HAPLOID LINES OF MAIZE (ZEA MAYS L.)*

**Roman Warzecha, Monika Żurek**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Radzików

W pracy przedstawiono wyniki badań związanych z wytworzeniem homozygotycznych linii podwojonych haploidów kukurydzy, które znajdują zastosowanie w badaniach genetycznych i hodowli odmian mieszańcowych tego gatunku. Dzięki wykorzystaniu w procesie hodowlanym podwojonych haploidów możliwe jest znaczące skrócenie czasu potrzebnego na wytworzenie homozygotycznych linii, niezbędnych do produkcji mieszańców heterozyjnych, w porównaniu z tradycyjnym chowem wsobnym.

Pierwszy etap badań obejmował indukcję nasion o haploidalnej liczbie chromosomów w kolbach roślin matecznych, przy pomocy linii zapylającej - induktora zawierającego specyficzne geny, warunkujące obecność cech morfologicznych bielma i zarodka. Ten typ induktora hodowcy określają jako „*embryo marker*” (marker zarodkowy). Haploidy są indukowane z niezapłodnionych komórek jajowych lub innych komórek woreczka zalążkowego. Komórki, o zredukowanej liczbie chromosomów, tworzą haploidalne zarodki, stąd też określenie „haploidy mateczne”. Pod wpływem kolchicyny, u części roślin haploidalnych dochodzi do podwojenia haploidalnej liczby chromosomów i wytworzenia płodnych, w pełni homozygotycznych, linii podwojonych haploidów ( $2x$ ). Wytworzenie takich linii było głównym celem niniejszej pracy. Dokładną metodykę pracy przedstawiono w publikacji, Warzecha i Śliwińska (2006).

Przedmiotem indukcji haploidów były genotypy mateczne kukurydzy (*Zea mays L.*) udostępnione przez Hodowlę Roślin Rolniczych „Nasiona Kobierzyc” i przez Hodowlę Roślin Smolice. Do indukcji haploidów użyto linię RWS otrzymaną od Prof. H.H. Geigera z Uniwersytetu Hohenheim w Stuttgarcie. Podwajanie liczby chromosomów w roślinach o haploidalnej ( $1x$ ) liczbie chromosomów przeprowadzono według metodyki opracowanej przez Deimling i in. (1997).

W latach 2004-2008 wyodrębniono i poddano kolchicynowaniu ogółem 60.000 siewek „domniemanych” haploidów kukurydzy. Po wysadzeniu roślin w polu, przed kwitnieniem zidentyfikowano i usunięto 15.535 (25,9%) roślin diploidalnych. Na podstawie cech morfologicznych wyodrębniono 44.465 roślin haploidalnych ( $DH_0$ ). Rośliny te były niższe i

miały węższe liście oraz mniejsze kolby i wiechy. W okresie kwitnienia stwierdzono, że 31.537 (70,9%) roślin haploidalnych było sterylnych - miały nie podwojoną liczbę chromosomów (1x). 12.928 (29,1%) roślin były to rośliny męsko płodne - podwojone haploidy (2x). W wyniku samozapylenia tych roślin uzyskano ziarniaki (DH<sub>1</sub>) u 6939 roślin tj. u 53,7% podwojonych haploidów. Średnia efektywność wytwarzania linii podwojonych haploidów w latach 2004-2008, w stosunku do ogólnej liczby otrzymanych roślin haploidalnych, wyniosła 15,6%: była minimalna w roku 2006 - 9,7% i maksymalna w roku 2005 - 25,6%.

#### **Literatura:**

1. Deimling S., Roeber F, Geiger H.H. 1997. Methodik und Genetik der in-vivo-Haploideninduktion bei Mais. Vortr. Pflanzzüchtung 38: 203-224.
2. Warzecha R., Śliwińska E. 2006. Indukcja haploidów matecznych u kukurydzy.
3. T.Adamski i M.Surma (red). Haploidy i linie podwojonych haploidów w genetyce i hodowli roślin, 85-92. Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu.