

POSTĘP W HODOWLI KUKURYDZY W POLSCE

ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY

Józef Adamczyk, Janusz Rogacki, Henryk Cygert

Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR

Streszczenie. W pracy przedstawiono dorobek krajowej hodowli odmian mieszańcowych pastewnej formy kukurydzy zwyczajnej (*Zea mays* L.). Dorobek ten stanowią odmiany wyhodowane w Smolicach – 68, Kobierzycach – 21 i Radzikowie – 4. Pierwszą odmianą mieszańcową kukurydzy uzyskaną w Polsce był mieszaniec Wiel-Wi, wpisany do rejestru w 1957 r. Odmianę będącą pierwszym mieszańcem liniowym zarejestrowano w 1967 r., był to czteroliniowy (DC) mieszaniec KB 260, utworzony w Kobierzycach z 4 linii wsobnych hodowli zagranicznej. Zarejestrowane odpowiednio w latach 1971 i 1972 odmiany IHAR 262 i IHAR 280 były też mieszańcami czteroliniowymi, ale wszystkie linie wsobne tworzące ich formuły zostały wyhodowane w Smolicach. Ważnym etapem rozwoju krajowej hodowli kukurydzy była rejestracja w 1977 r. odmiany SMTc 278 – pierwszego mieszańca trójliniowego (TC) – oraz rejestracja w 1994 r. pierwszych mieszańców pojedynczych (SC) Deko i Avia (wszystkie z hodowli w Smolicach). Postęp hodowlany przedstawiono w formie ogólnej zdolności kombinacyjnej plonu ziarna elitarnych linii wsobnych tworzących formuły mieszańców uzyskanych w Smolicach w latach 1971-2006. Wyliczono rzeczywisty postęp hodowlany w programie hodowli kukurydzy w Smolicach, który w przeliczeniu na plon ziarna z 1 ha wyniósł 59,4 kg na rok. Linie wsobne S14 i S72, które tworzyły formułę zarejestrowanej w 1972 r. odmiany IHAR 262, oraz powszechnie wykorzystywana 15-20 lat temu francuska linia F2 utworzyły mieszańce plonujące na poziomie 10-10,5 t ziarna·ha⁻¹. Linie wsobne najnowszej generacji: S61328, S41324A-2, S63322-3, S68911, S245 i S41796 tworzyły formuły mieszańców, które dawały plony ziarna o 1,5-2,0 t·ha⁻¹ wyższe niż wcześniej zarejestrowane odmiany. Omówiono aktualny udział krajowych odmian w polskim rynku nasiennym kukurydzy oraz perspektywy na lata najbliższe, także w odniesieniu do rynków zewnętrznych.

Słowa kluczowe: linie wsobne, odmiany mieszańcowe, wartość kombinacyjna, *Zea mays*

WSTĘP

Kukurydza zwyczajna (*Zea mays* L.) jest w naszej strefie geograficznej rośliną bardzo młodą, a ze względu na miejsce pochodzenia uważana może być za egzotyczną. Trwające tysiące lat zabiegi nad doskonaleniem kukurydzy (w dzisiejszym rozumieniu proces hodowli) doprowadziły do jej przystosowania do uprawy najpierw na wyżynach andyjskich i centralnego Meksyku, a później w coraz zimniejszych rejonach strefy umiarkowanej, w tym także w Polsce. Powszechnie obecnie uprawiane odmiany, będące mieszańcami liniowymi, trafiły do Europy w 1945 r., a w Polsce rozpoczęto ich hodowlę w 1953 r. Zestawienie tych dat jest potwierdzeniem, że mieszańce liniowe kukurydzy są uprawą z bardzo krótką tradycją. Nie przeszkodziło to jednak w bardzo szybkim upowszechnieniu uprawy tego gatunku, porównywalnym jedynie z uprawą pszenżyta. Zasadniczą przyczynę tego zjawiska należy upatrywać we wprowadzeniu do uprawy mieszańców liniowych, które bardzo szybko zastąpiły odmiany populacyjne i mieszańce odmianowe. W mieszańcach liniowych realizuje się praktyczne wykorzystanie zjawiska heterozji poprzez korzystne następstwa krzyżowania odpowiednio dobranych form rodzicielskich.

O dużym zainteresowaniu uprawą kukurydzy przesądziły przede wszystkim jej cechy użytkowe, możliwość wykorzystania praktycznie całej biomasy nadziemnej rośliny jako paszy, żywności lub surowca przemysłowego. Te walory kukurydzy byłyby jednak niewystarczające do upowszechniania jej uprawy w naszej strefie klimatycznej bez udziału hodowli, która zapewniła dostęp do odmian o odpowiedniej wczesności dojrzewania. Fakt, że kukurydzę można uprawiać obecnie praktycznie w całej Polsce, jest w dużym stopniu zasługą krajowej hodowli.

Celem publikacji jest przedstawienie dorobku krajowej hodowli odmian mieszańcowych kukurydzy zwyczajnej, jej aktualnego udziału w polskim rynku nasiennym oraz perspektyw na lata najbliższe, także w odniesieniu do rynków zewnętrznych.

EWOLUCJA HODOWLI I UPRAWY MIESZAŃCÓW LINIOWYCH KUKURYDZY NA ŚWIECIE I W POLSCE

W ujęciu historycznym na praktyczne wykorzystanie bujności mieszańców kukurydzy jako pierwszy zwrócił uwagę Beal [1880], który stwierdził i opisał istnienie takiego wigoru po skrzyżowaniu dwóch odmian populacyjnych. Jednak dopiero kilkadziesiąt lat później (dzięki badaniom Shulla [1908, 1952] oraz Easta i Jonesa [1918]) rozpoczęto hodowlę pojedynczych mieszańców liniowych, później czteroliniowych i trójliniowych. Według Hallauera [1999], podstawy współczesnej hodowli odmian mieszańcowych kukurydzy zostały stworzone przed 1950 r., a stosowane później metody hodowli nie różnią się zasadniczo od zaproponowanych przez Shulla.

W Europie hodowlę mieszańców liniowych kukurydzy rozpoczęto w 1945 r. W USA ten typ odmian już w 1950 r. zajmował 90% powierzchni uprawy. Równoległe z doskonaleniem metod hodowli duże znaczenie dla wzrostu plonów kukurydzy miało wprowadzenie nowych rozwiązań agrotechnicznych, np. zaproponowane w 1965 r. zwiększenie obsady roślin na jednostce powierzchni czy wprowadzenie w 1967 r. atrazyny do zwalczania chwastów. Wspomniane doskonalenie metod hodowli to przede wszystkim tworzenie nowych i stałe ulepszanie już istniejących pul genowych materiałów wyjściowych do hodowli coraz plenniejszych linii wsobnych oraz zupełnie nowy sposób

uzyskiwania linii techniką podwojonych haploidów (linie DH). Kolejnym impulsem do wzrostu potencjału plonowania było wprowadzenie do uprawy w 1990 r. w USA kukurydzy genetycznie zmodyfikowanej.

Hodowla mieszańców liniowych kukurydzy w Polsce jest jednym z najmłodszych programów hodowli ważnych gatunków roślin uprawnych. Szczegółowo omówiono to we wcześniejszych publikacjach [Królikowski i in. 1994, Bojanowski 1994, Adamczyk i Królikowski 1997, Adamczyk 2001, 2002, Adamczyk i in. 2003, 2008], ale warto przypomnieć najważniejsze wydarzenia – swoiste słupy milowe, które wyznaczały jej rozwój. Pierwsze zapylenia wsobne wykonano w 1953 r. w Pustkowie, rok później w Smolicach, a następnie w blisko 20 kolejnych miejscowościach. Początkowo miało to charakter swoistego „żywiu”, który szybko uporządkowano, koncentrując od 1956 r. prace hodowlane w Smolicach i Kobierzycach. Pierwszą odmianą mieszańcową kukurydzy wyhodowaną w Polsce był mieszańiec odmianowy Wiel-Wi, wpisany do rejestru w 1957 r. Dopiero jednak w 1967 r. zarejestrowano odmianę będącą mieszańcem liniowym. Był to czteroliniowy (DC) mieszańiec KB 260, którego formułę tworzyły 4 linie wsobne hodowli zagranicznej. Kolejne odmiany, IHAR 280 i IHAR 262, rejestrowane odpowiednio w 1971 i 1972 r., były też mieszańcami czteroliniowymi, ale w ich formułach były wyłącznie linie wsobne wyhodowane w Smolicach. Kolejne, istotne etapy rozwoju krajowej hodowli kukurydzy wyznaczają lata 1977 – rejestracja pierwszego mieszańca trójliniowego (TC), którym była wyhodowana w Smolicach odmiana SMTC 278, oraz 1994 – rejestracja pierwszych mieszańców pojedynczych (SC) Deko i Avia, także wyhodowanych w Smolicach. Od końca lat 90. ubiegłego wieku polskie odmiany stanowią corocznie 35-40% udziału w krajowym rynku nasiennym kukurydzy.

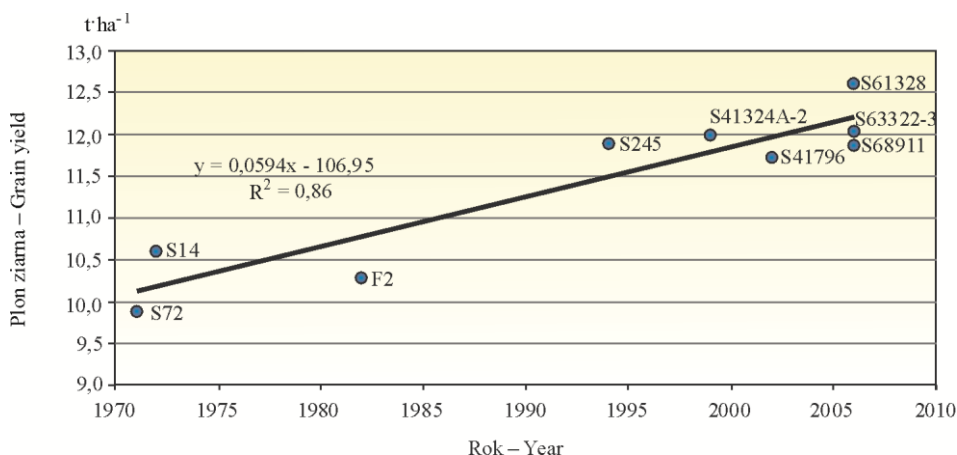
DOROBK ODMIANOWY KRAJOWYCH FIRM HODOWLANO-NASIENNYCH

Dorobek odmianowy krajowych firm: IHAR Radzików, MHR-HBP Sp. z o.o. (poprzednio „Nasiona Kobierzyc” Sp. z o.o.) i HR Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR przedstawiono w tabelach 1, 2 i 3. W Radzikowie wyhodowano bardzo wczesne i wczesne odmiany Ela, Oleńka, Ewa i Kasia (tab. 1), które odegrały istotną rolę we wdrażaniu uprawy kukurydzy na północy i północnym wschodzie Polski. Hodowlę kukurydzy prowadzono w IHAR Radzików tylko w latach 90. ubiegłego wieku.

W Kobierzycach wyhodowano 21 odmian mieszańcowych (tab. 2) o wczesności FAO 190 do 310. Spośród nich 8 odmian powstało w oparciu o własny program hodowlany, a 13 we współpracy z innymi firmami. Obecnie największy udział w rynku ma wyhodowana we współpracy ze Smolicami odmiana Kosmo 230. Odmiany KB1902 i KB1903 należą do grupy najwcześniejszych i mogą być uprawiane na ziarno nawet w najmniej korzystnych klimatycznie rejonach kraju. Z odmian najmłodszych, wpisanych do krajowego rejestru w ostatnim 10-leciu, 2 wyhodowano wyłącznie z własnych materiałów, a 6 – we współpracy z innymi firmami.

Dorobek hodowlany Smolic liczy 68 odmian, z których aż 36 zarejestrowano w ostatnich 10 latach (tab. 3). Z tych najmłodszych odmian tylko 3 są wynikiem współpracy z innymi firmami, pozostałe 33 wyhodowano wyłącznie z własnych materiałów. Świadczy to o tym, że hodowla smolicka wytworzyła własne materiały wyjściowe o dużej różnorodności genetycznej. Linie wsobne wyhodowane z takich materiałów pozwalają utworzyć formuły wysokoplennych odmian mieszańcowych. Na rysunku 1 przed-

stawiono ogólną wartość kombinacyjną (GCA), wyrażoną w plonie ziarna, linii tworzących formuły odmian mieszańcowych wyhodowanych w Smolicach w latach 1971-2006. Miejsce określonej linii wsobnej na osi czasu odpowiada dacie rejestracji pierwszej odmiany mieszańcowej z tą linią. Ze względu na to, że dane empiryczne wszystkich obiektów pochodziły z tej samej serii doświadczeń, regresja GCA dla plonu ziarna badanych linii pozwoliła wyliczyć rzeczywisty (bez udziału czynników agrotechnicznych) postęp hodowlany w 35-leciu 1971-2006. Postęp ten w plonie ziarna wyraża się przyrostem plonu $59,4 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1}$ [Rogacki 2008].



Rys. 1. Regresja ogólnej wartości kombinacyjnej linii elitarnych względem lat rejestracji odmian mieszańcowych z daną linią

Fig. 1. General Combining Ability of elite inbred lines regressed on years of hybrid varieties registration with those lines

Linie wsobne S14 i S72, które tworzyły formułę wyhodowanej w 1972 r. odmiany mieszańcowej IHAR 262, pozwalają uzyskać plony ziarna obecnie tworzonych mieszańców na poziomie 10-10,5 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podobne wyniki uzyskano z francuską linią F2, która 15-20 lat temu była komponentem większości odmian mieszańcowych typu „dent x flint”.

Linie wsobne najnowszej generacji, zaznaczone w prawej, górnej części rysunku 1, mają zdecydowanie wyższą wartość kombinacyjną. W przeliczeniu na plon ziarna uzyskiwany przez tworzone z ich udziałem odmiany mieszańcowe oznacza to wzrost o 1,5-2,5 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Linie wsobne tworzące formuły odmian mieszańcowych, które odniosły znaczący sukces rynkowy, zwykło się nazywać elitarnymi. Do tej kategorii na pewno można zaliczyć wspomnianą wcześniej francuską linię F2 oraz wyhodowane w Smolicach linie: S41324A-2 (komponent 21 zarejestrowanych odmian), S61328 (komponent 14 odmian zarejestrowanych i 12 w badaniach rejestrowych) i S245, która weszła do formuł 11 zarejestrowanych odmian.

AKTUALNA POZYCJA RYNKOWA, PERSPEKTYWY

W krajowym rejestrze odmian roślin uprawnych znajdują się obecnie 174 odmiany mieszańcowe kukurydzy pastewnej, w tym 43 krajowe (25%) – wyhodowane w HR Smolice (36 odmian) i MHR-HBP (6 odmian), a 1 odmiana jest wynikiem współpracy tych firm. Według Polskiego Związku Producentów Kukurydzy (PZPK) na polskim rynku jest co najmniej 20 podmiotów zajmujących się hodowlą, nasiennictwem i/lub sprzedażą kukurydzy nasiennej. W tym kontekście udział w bardzo trudnym rynku nasiennym kukurydzy odmian polskich, szacowany na około 40% (38% odmiany HR Smolice i 2% odmiany MHR-HBP), należy ocenić jako bardzo dobry.

Dobre rokowania na najbliższe lata związane są z badaniami 31 odmian w doświadczeniach rejestrowych w Polsce (28 z HR Smolice, 1 z MHR-HBP i 2 odmiany wspólne) oraz 10 odmian polskiej hodowli w innych krajach.

Odnotowuje się wzrost reprodukcji nasiennej polskich odmian kukurydzy za granicą w celu zaspokojenia rosnącego popytu ze strony rolników z innych krajów. Przewiduje się, że w 2010 r. plantacje nasienne, których produkcja przeznaczona jest wyłącznie na rynki zewnętrzne krajów UE, obejmą około 270 ha.

Polska hodowla kukurydzy odpowiada również na zapotrzebowanie rynku związane z nowymi kierunkami wykorzystania tej rośliny. Jednym z nich jest produkcja biogazu z kiszonki sporządzonej z całych roślin kukurydzy. Kiszonka taka stanowi podstawę substratu poddawanego fermentacji w biogazowniach. Wpisana w tym roku do rejestru krajowego odmiana Vitras (plon suchej masy całych roślin $237,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) i będąca drugi rok w badaniach rejestrowych odmiana SMH 27108 – Ułan (plon suchej masy całych roślin $241,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, co stanowi 114,6% wzorca) już zostały dobrze przyjęte przez krajowych i zagranicznych kontrahentów jako szczególnie przydatne do uprawy z przeznaczeniem do produkcji biogazu. W 2010 r. w Czechach założono plantację nasenną odmiany Vitras na powierzchni 29 ha, a odmiana SMH 27108 została włączona do badań rejestrowych przez jedną z firm austriackich.

Istotne znaczenie dla praktycznej hodowli ma dobrze rozwijająca się współpraca z jednostkami naukowymi w formie współuczestnictwa w różnych projektach badawczych lub wsparcia bezpośredniego, np. poprzez uzyskiwanie linii podwojonych haploidów (DH). W ramach badań na rzecz postępu biologicznego w hodowli roślin realizowanych jest aktualnie 6 projektów dotyczących kukurydzy: 3 – w IHAR-PIB w Radzikowie i po 1 – na Uniwersytetach Przyrodniczych we Wrocławiu i w Poznaniu oraz na Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym w Bydgoszczy. Hodowla Roślin Smolice uczestniczy w realizacji 2 projektów badawczych:

- 1) z Instytutem Chemii Bioorganicznej PAN i Instytutem Ochrony Roślin PIB w Poznaniu oraz Instytutem Sadownictwa w Skierniewicach w projekcie KBN pt. „Nowe metody genetyki molekularnej i genomiki służące doskonaleniu odmian roślin uprawnych”,
- 2) z Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu, Politechniką w Poznaniu, Politechniką w Łodzi oraz IUNG-PIB w Puławach w projekcie unijnym z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka pt. „Opracowanie indeksu gatunkowego i optymalizacja technologii produkcji wybranych roślin energetycznych”.

Wsparcie ze strony jednostek naukowych będzie potrzebne krajowej hodowli kukurydzy szczególnie wtedy, gdy praktyka rolnicza wprowadzi do szerokiej uprawy kukurydzę modyfikowaną genetycznie (GMO).

PODSUMOWANIE

Hodowla odmian mieszańcowych (mieszańców liniowych) kukurydzy w Polsce ma dopiero niespełna 60-letnią tradycję. Ze względu na to, że pokoleniem użytkowym są mieszańce F_1 , ich hodowla i nasiennictwo stały się jednym z najbardziej atrakcyjnych ekonomicznie działów w całym przemyśle nasiennym roślin uprawnych. W konsekwencji ten dział jest wystawiony na bardzo ostrą konkurencję ze strony działających globalnie koncernów chemiczno-rolniczych. W takim kontekście, krajowa hodowla kukurydzy reprezentowana tylko przez 2 firmy hodowlano-nasienne legitymuje się dobrymi wynikami. Jej odmiany stanowią 25% ogółu odmian w krajowym rejestrze i tylko ułamek procenta odmian dopuszczonych do uprawy z katalogu unijnego. Mają jednak aż 40% udziału w repartycji i poziom ten utrzymują od kilku lat.

Dobrym prognostykiem na najbliższe lata jest duża liczba odmian w badaniach rejestrowych w kraju i za granicą – łącznie 41 odmian oraz wzrost zainteresowania polskimi odmianami kukurydzy na rynkach zagranicznych.

Fakt, że rejestrowane w ostatnich latach odmiany mieszańcowe mają w formułach tylko linie wsobne własnej hodowli wskazuje, że wytworzono własną pulę genową materiałów wyjściowych o różnym pochodzeniu.

Utrzymanie dobrej pozycji krajowej hodowli kukurydzy wymaga kontynuacji i dalszego rozwoju współpracy z jednostkami naukowymi.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczyk J., 2001. Wprowadzenie do krajowych materiałów hodowlanych plazmy zarodkowej kukurydzy północnoamerykańskiej (*Zea mays* L.). Monografie i rozprawy naukowe IHAR 13.
- Adamczyk J., 2002. Ocena postępu w hodowli polskich mieszańców kukurydzy. *Wiś Jutra* 6(47), 29-31.
- Adamczyk J., Cygert H., Czajczyński J., 2003. 50 lat hodowli kukurydzy mieszańcowej w Polsce – dorobek i perspektywy. *Biul. IHAR* 230, 423-431.
- Adamczyk J., Królikowski Z., 1997. U progu 45-lecia polskiej hodowli mieszańców kukurydzy – dorobek i perspektywy. *Mat. I Krajowej Konf. Hodowla Roślin, Poznań*, 61-64.
- Adamczyk J., Kurczych Z., Warzecha R., 2008. Osiągnięcia i perspektywy polskiej hodowli kukurydzy [W:] *Problemy agrotechniki oraz wykorzystania kukurydzy i sorgo*, pod red. T. Michalskiego, UP Poznań, 9-19.
- Beal W.J., 1880. Indian corn. *Rep. Michigan Bd. Agric.* 19, 279-289.
- Bojanowski J., 1994. Początki hodowli kukurydzy mieszańcowej w Polsce. *Biul. IHAR* 191, 5-9.
- Hallauer A.R., 1999. Temperate maize and heterosis [W:] *The genetics and exploitation of heterosis in crops*, J.G. Coors, S. Pandey (ed.), *Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin*, 353-361.
- Jones D.F., 1918. The effects of inbreeding and crossbreeding upon development. *Conn. Agric. Exp. Stn. Bull.* 107.
- Królikowski Z., Adamczyk J., Kurczych Z., 1994. Czterdzieści lat hodowli kukurydzy w Polsce – dorobek i perspektywy. *Biul. IHAR* 191, 11-23.
- Rogacki J., 2008. Ocena wartości hodowlanej wybranych linii wsobnych kukurydzy (*Zea mays* L.). *IHAR Radzików, rozpr. doktorska*.
- Shull G.H., 1908. The composition of a field of maize. *Rep. Amer. Breeder's Ass.* 4, 296-301.
- Shull G.H., 1952. Beginnings of the heterosis concept [W:] *Heterosis*, J.W. Gowen (ed.), *Iowa State College Press Ames*, 14-48.

THE PROGRESS IN MAIZE BREEDING IN POLAND

Abstract. This paper deals with the achievements of domestic breeding programs of fodder maize (*Zea mays* L.) hybrids. This achievements include hybrids that were bred at Smolice – 68, at Kobierzyce – 21 and at Radzików – 4 varieties. In Poland, the first maize hybrid was Wiel-Wi registered in 1957. The first inbred line hybrid was registered in 1967 and it was a double cross hybrid – KB260 – bred at Kobierzyce from 4 foreign inbred lines. Next were IHAR 262 and IHAR 280 – registered in 1971 and 1972, respectively, also double cross hybrids, but created from inbred lines bred at Smolice only. Important stages in development of Polish maize breeding were also years 1977 – registration of the first three way hybrid SMTc 278, and 1994 – registration of the first single cross hybrids Deka and Avia – (all of them from Smolice). Breeding progress was presented as a general combining ability of grain yield of elite inbred lines that were used to create Smolice's hybrids in years 1971-2006. The real breeding progress in maize breeding program in Smolice was calculated which, expressed as a grain gain from 1 ha, was 59.4 kg per year. Inbred lines S14 and S72, which were included in the formula of hybrid IHAR 262 registered in 1972, as well as the French line F2 which was extensively used 15-20 years ago, created hybrids yielding at a level of 10.0-10.5 t·ha⁻¹ of grain. The newest inbred lines, including S61328, S41324A-2, S63322-3, S68911, S245 and S41796, were able to create hybrids outyielding the former ones by 1.5-2.0 t·ha⁻¹. Present seed market share of domestic maize was discussed as well as prospects for the near future including expansion to foreign markets.

Key words: combining ability, hybrids, inbred lines, *Zea mays*

Accepted for print – Zaakceptowano do druku: 19.11.2010