

DARIUSZ REJEK
JÓZEF ADAMCZYK
HENRYK CYGERT
JANUSZ ROGACKI
ANNA ROGACKA

Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR
Smolice 146, 63-740 Kobylin
rejek@hrsmolice.pl

Analiza postępu hodowlanego w kukurydzy na podstawie wyników z doświadczeń wstępnych wykonanych w latach 2006–2016 z mieszańcowymi odmianami HR Smolice

Analysis of the breeding progress in maize on the basis of trial data conducted in the years 2006–2016 with hybrid cultivars from HR Smolice

Ostatecznym celem każdego hodowcy roślin jest zgłoszenie wyhodowanych odmian do ośrodka zajmującego się rejestracją. Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR każdego roku zgłasza od kilkunastu do kilkudziesięciu nowych odmian mieszańcowych kukurydzy do doświadczeń rejestrowych Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU). Ostatnim etapem badań wewnątrz Spółki przed zgłoszeniem do doświadczeń państwowych w przypadku kukurydzy są doświadczenia wstępne. Materiał do badań stanowiło 789 (532 do uprawy na ziarno, 257 do uprawy na kiszonkę z całych roślin) eksperymentalnych mieszańców liniowych kukurydzy Hodowli Roślin Smolice (odmiany SMH), badanych w latach 2006–2016 w ramach doświadczeń wstępnych. Doświadczenia zakładane były w pięciu miejscowościach w trzech powtórzeniach w Smolicach, Dłoni (woj. wielkopolskie), Radzikowie (woj. mazowieckie), Kobierzycach (woj. dolnośląskie) i Mikulicach (woj. podkarpackie). Średni plon ziarna odmian SMH w doświadczeniach na ziarno z 10 lat badań wyniósł $11,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, przy średnim plonie odmian wzorcowych $11,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. W przypadku zawartości suchej masy w ziarnie w czasie zbioru odmiany SMH uzyskały średnio 73,4%, a odmiany wzorcowe 74,0%. Średni plon ogólny suchej masy odmian SMH w doświadczeniach do zbioru na kiszonkę wyniósł $22,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ przy średnim plonie odmian wzorcowych $21,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Średnia zawartość suchej masy w całych roślinach w momencie zbioru wyniosła 35,7% u odmian SMH i 36,7% u odmian wzorcowych.

Słowa kluczowe: doświadczalnictwo odmianowe, heterozja, kukurydza, odmiana mieszańcowa, plon ogólny suchej masy, plon ziarna, postęp hodowlany

The main goal of plant breeder is to submit the new experimental varieties to the registration center. Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR each year submits from a dozen to several dozen of new varieties of maize to registration trials COBORU. Preliminary trials are the highest stage of experiments within HR Smolice. The material consisted 789 new experimental hybrids of maize from HR Smolice (SMH varieties) tested in 2006–2016. 532 of those hybrids were tested for grain and 257 hybrids were tested for whole-plant silage. The experiments were carried out in five localities: Smolice, Dłoń (Wielkopolskie Voivodeship), Radzików (Mazowieckie Voivodeship), Kobierzyce (Dolnośląskie Voivodeship) and Mikulice (Podkarpackie Voivodeship). The average yield of SMH hybrids from 10 years of experimentation was 11.8 t·ha⁻¹, with an average yield of three standard hybrids 11.4 t·ha⁻¹. In the case of dry matter content in the grain, SMH varieties obtained on average 73.4% and standard varieties 74.0%. The average dry matter yield of SMH varieties in the silage experiments was 22.4 t·ha⁻¹ with average yield of standard varieties of 21.7 t·ha⁻¹. The average dry matter content in total plants at harvest was 35.7% for SMH varieties and 36.7% for standard varieties.

Key words: breeding progress, dry matter yield, effect of heterosis, , grain yield, hybrid variety maize, variety testing

WSTĘP

Kukurydza uprawna (*Zea mays* L.) jest jednym z ważniejszych i cenniejszych źródeł zaopatrzenia w żywność i pasze dla zwierząt. Stanowi też wartościowy surowiec dla przemysłu. W roku 2013 powierzchnia uprawy kukurydzy na świecie wyniosła 184,2 mln hektarów, co po pszenicy pozwoliło zająć jej drugą pozycję. Pod względem zbiorów, które przekroczyły 1 mld ton, znacznie wyprzedziła pozostałe gatunki: o ok. 271 mln ton zbiory ryżu i o ok. 304 mln ton zbiory pszenicy (FAOSTAT za Michalski, 2015). Również w Polsce widoczne jest duże zainteresowanie kukurydzą i stały wzrost powierzchni uprawy. W roku 2000 powierzchnia ta wyniosła 315 tys. ha, w 2011 roku 760 tys. ha, natomiast w latach 2012–2017 przekraczała 1 mln ha. Rosnące zainteresowanie widoczne jest w obu podstawowych kierunkach wykorzystania, czyli na ziarno oraz na kiszonkę z całych roślin. Wpływ na wzrost zainteresowania uprawą kukurydzy ma z pewnością ogromna wszechstronność jej wykorzystania.

Drugim niezwykle istotnym czynnikiem jest duży postęp hodowlany jaki dokonał się w ostatnich latach na świecie, ale także w Polsce. Definiować można go po przez sumę wymiernych efektów hodowli, polegających na ulepszeniu jednej lub kilku właściwości roślin uprawnych, warunkowanych genotypem (Spiss i in., 2009). Miarą postępu są więc nowe, ulepszone odmiany, które mogą charakteryzować się wyższą plennością, zdrowotnością lub lepszym dostosowaniem się do warunków klimatyczno-glebowych. Według Michalskiego (2013) w warunkach Polski kukurydza przewyższa pod względem plonowania pszenicę o około 50–60% i aż prawie dwukrotnie pozostałe zboża jare.

Michalik (2009) zauważa, że wprowadzanie przez hodowców nowych odmian jest najtańszym i najbardziej ekologicznym czynnikiem wpływającym na zwiększenie plonowania. Wicki (2008) dodaje, że wdrażanie postępu biologicznego nabiera coraz większego znaczenia i jest obecnie dominującym czynnikiem determinującym wzrost produktywności.

Ostatecznym celem każdego hodowcy roślin jest zgłoszenie wyhodowanych odmian do ośrodka zajmującego się rejestracją. Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR, każdego roku na podstawie wyników z doświadczeń wstępnych zgłasza od kilkunastu do kilkudziesięciu nowych odmian mieszańcowych kukurydzy do doświadczeń rejestrowych COBORU. Wyniki doświadczeń wstępnych z 10 lat stanowią doskonały materiał do analizy postępu hodowlanego, jak i efektywności pracy Działu Hodowli Kukurydzy, mierzonych wzrostem plonowania oraz wpisaniem nowych odmian do Krajowego Rejestru.

Celem pracy była ocena postępu hodowlanego w kukurydzy na podstawie wyników doświadczeń wstępnych, przeprowadzonych w latach 2006–2016 z odmianami mieszańcowymi Hodowli Roślin Smolice, przeznaczonymi do uprawy na ziarno i kiszonkę z całych roślin.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 789 (532 do uprawy na ziarno, 257 do uprawy na kiszonkę z całych roślin) eksperymentalnych mieszańców liniowych kukurydzy Hodowli Roślin Smolice (odmiany SMH), badanych w latach 2006–2016 w ramach doświadczeń wstępnych. Wyniki doświadczeń z kierunku użytkowania na ziarno pochodzą z lat 2006–2015, natomiast z kierunku użytkowania na kiszonkę z całych roślin pochodzą z lat 2007–2016. Doświadczenia te są ostatnim etapem badań wewnątrz Spółki przed zgłoszeniem odmiany do doświadczeń państwowych COBORU. Zakładane były w pięciu miejscowościach w trzech powtórzeniach w Smolicach, Dłoni (woj. wielkopolskie), Radzikowie (woj. mazowieckie), Kobierzycach (woj. dolnośląskie) i Mikulicach (woj. podkarpackie). W doświadczeniach do zbioru na ziarno oceniano plon ziarna przy 15% wody i zawartość suchej masy w ziarnie w czasie zbioru. W doświadczeniach do zbioru na kiszonkę oceniano plon ogólny suchej masy oraz zawartość suchej masy w całych roślinach w czasie zbioru. Wyniki porównywano z średnią trzech odmian wzorcowych biorących udział w każdym typie doświadczenia. Odmianami wzorcowymi były najlepsze odmiany wpisywane do Krajowego Rejestru w latach poprzednich. W przypadku doświadczeń o kierunku użytkowania na ziarno powierzchnia poletek doświadczalnych wynosiła 10 m², natomiast w przypadku użytkowania na kiszonkę powierzchnia poletek wynosiła 7 m².

WYNIKI

Plony ziarna odmian SMH uzyskiwane w latach 2006–2015 wynosiły od 9,6 t·ha⁻¹ w roku 2006 do 13,9 t·ha⁻¹ w roku 2012. Średni plon ziarna tych obiektów z 10 lat badań wyniósł 11,8 t·ha⁻¹, przy średnim plonie odmian wzorcowych 11,4 t·ha⁻¹. Pod względem plonowania, tylko w dwóch latach (2008 i 2010) średnie plony odmian wzorcowych były wyższe. Zawartości suchej masy w ziarnie w czasie zbioru wynosiły od 70,4% w roku 2010 do 78,6% w roku 2015. Średnia wartość tej cechy wyniosła 73,4%. Odmiany

wzorcowe uzyskiwały średnio 74,0%. Poza latami 2006 i 2007, odmiany wzorcowe uzyskiwały wyższe wartości (tab. 1).

Tabela 1

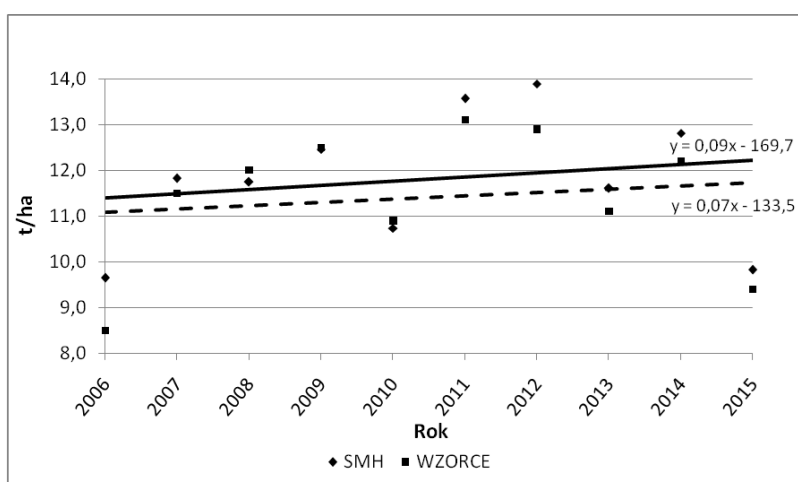
Charakterystyka i wyniki doświadczeń wstępnych z odmianami mieszańcowymi SMH kukurydzy w kierunku użytkowania na ziarno, przeprowadzonych w latach 2006–2015
Characteristics and results of preliminary experiments with maize SMH hybrid varieties for grain, carried out in 2006–2015

Rok Year	Liczba badanych obiektów Number of tested objects	Plon ziarna (t/ha) Grain yield (t/ha)		Zaw. suchej masy (%) Dry matter content		Liczba obiektów zgłoszonych do dośw. rejestrowych COBORU* Number of objects submitted to the COBORU*	Liczba zarejestrowanych odmian Number of registered varieties
		odmiany SMH varieties	wzorce standards	odmiany SMH varieties	wzorec standard		
2006	41	9,6	8,5	71,8	71,6	14	1
2007	41	11,8	11,5	73,4	72,7	20	3
2008	58	11,7	12	71,9	72,2	18	3
2009	47	12,5	12,5	71,8	72,4	11	0
2010	50	10,7	10,9	70,4	71,4	13	3
2011	40	13,6	13,1	75,4	76,6	10	1
2012	53	13,9	12,9	75,2	77	10	2
2013	67	11,6	11,1	71,7	72,8	16	2
2014	71	12,8	12,2	74,1	74,6	15	0
2015	64	9,8	9,4	78,6	78,9	10	2
Suma Sum	532	-	-	-	-	137	15
Średnia Mean	53,2	11,8	11,4	73,4	74	13,7	1,9

* Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych — Research Centre for Cultivar Testing

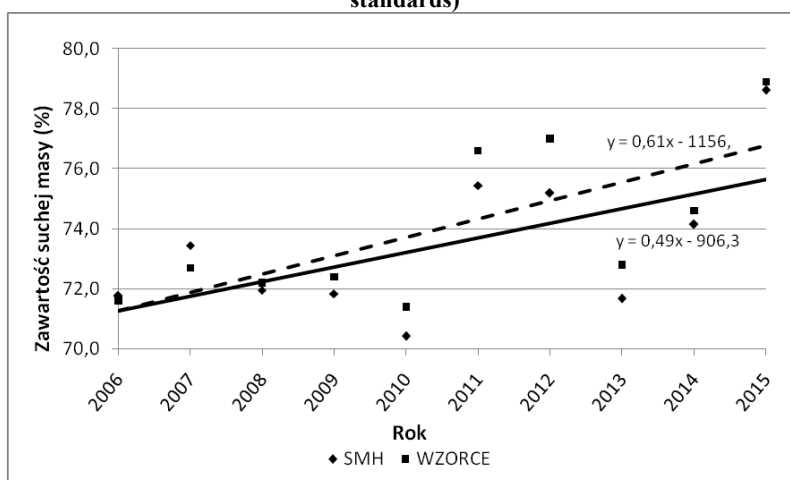
Średnioroczny wzrost plonu ziarna odmian SMH wyniósł $0,9 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$, a średnioroczny wzrost zawartości suchej masy w ziarnie w czasie zbioru wyniósł $0,49\%$ (rys. 1, 2). Na podstawie tych wyników do doświadczeń rejestrowych w latach 2006–2015 zgłoszonych zostało 137 obiektów do użytkowania na ziarno. 15 z nich zostało wpisanych do Krajowego Rejestru (tab. 1).

Plony ogólne suchej masy odmian SMH w doświadczeniach do zbioru na kiszonkę w latach 2007–2016 wynosiły od $19,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w roku 2010 do $25,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w roku 2012. Średnia wartość z 10 lat badań wyniosła $22,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ przy średnim plonie odmian wzorcowych $21,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zawartości suchej masy w całych roślinach w momencie zbioru wynosiły od $32,7\%$ w roku 2007 do $41,6\%$ w roku 2015. Średnia wartość tej cechy wyniosła $35,7\%$ u odmian SMH i $36,7\%$ u odmian wzorcowych. W pierwszych czterech latach badań odmiany wzorcowe uzyskiwały wyższe średnie plony ogólne suchej masy. W przypadku zawartości suchej masy w całych roślinach, tylko w 2009 roku odmiany SMH uzyskały wyższe wartości dla tej cechy od odmian wzorcowych (tab. 2). Średnioroczny wzrost plonu obiektów SMH wyniósł $1,9 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$, a średnioroczny wzrost zawartości suchej masy w całych roślin w czasie zbioru wyniósł $0,4\%$ (rys. 3, 4). Na podstawie tych wyników do doświadczeń rejestrowych zgłoszonych zostało 64 obiekty. 18 z nich zostało wpisanych do Krajowego Rejestru (tab. 2).



Rys. 1. Średnie plony ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) obiektów SMH kukurydzy i wzorców w doświadczeniach wstępnych na ziarno w latach 2006–2015 (ciągła i przerywana linia obrazują liniową funkcję regresji między rokiem a średnim plonem ($t \cdot ha^{-1}$), odpowiednio dla odmian mieszańcowych SMH i wzorców — funkcje regresji określają postęp hodowlany w przeciągu 10 lat w hodowli odmian mieszańcowych SMH kukurydzy i odmian wzorcowych z przeznaczeniem na ziarno)

Fig. 1. Average grain yield of maize ($t \cdot ha^{-1}$) of SMH hybrid cultivars and standards in preliminary experiments conducted across years 2006–2015 (solid and dotted lines are linear regression functions between year and average grain yield ($t \cdot ha^{-1}$) of SMH hybrid cultivars and standards, respectively — the regression functions show genetic gain within 10 years for grain yield in SMH maize hybrids and standards)



Rys. 2. Średnie zawartości suchej masy w ziarnie kukurydzy w czasie zbioru (%) obiektów SMH kukurydzy i wzorców w doświadczeniach wstępnych na ziarno w latach 2006–2015 (ciągła i przerywana linia obrazują odpowiednie funkcje regresji podobnie, jak na rys. 1)

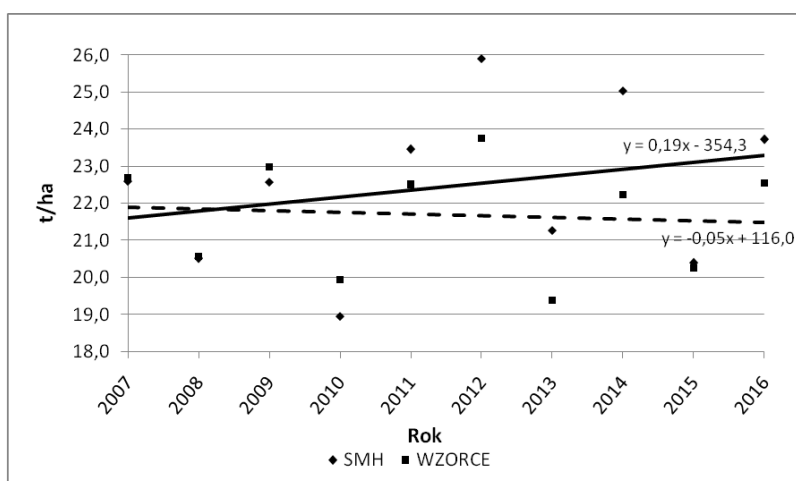
Fig. 2. Average dry matter content in the grain of maize at harvest (%) of SMH hybrid cultivars and standards in preliminary experiments conducted across years 2006–2015 (solid and dotted lines are respective linear regression functions as on Fig. 1)

Tabela 2

Charakterystyka i wyniki doświadczeń wstępnych z odmianami mieszańcowymi SMH kukurydzy w kierunku użytkowania na kiszonkę z całych roślin, przeprowadzonych w latach 2007–2016
Characteristics and results of preliminary experiments with maize SMH hybrid varieties for silage from whole plants, carried out in 2007–2016

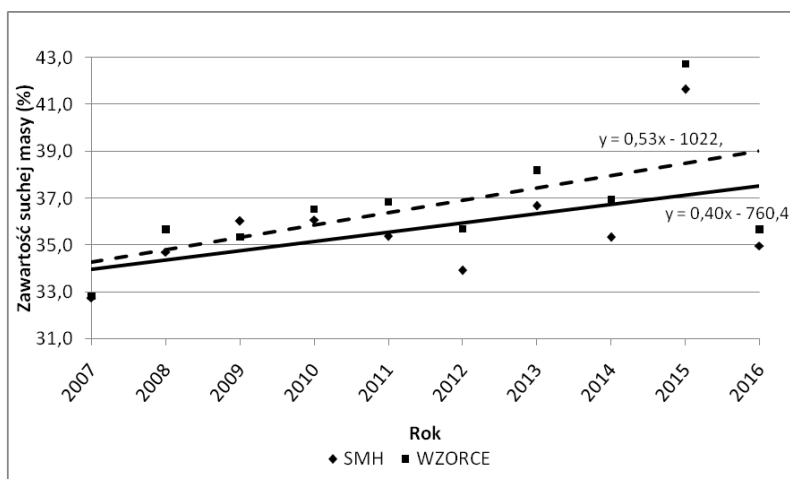
Rok Year	Liczba badanych obiektów Number of tested objects	Plon ogólny suchej masy (t·ha ⁻¹) Yield of total plants dry matter (t·ha ⁻¹)		Zawartość suchej masy w całych roślinach (%) Dry matter content in total plants (%)		Liczba obiektów zgłoszonych do dośw. rejestrowych COBORU* Number of objects Submitted to the COBORU*	Liczba zarejestrowanych odmian Number of registered varieties
		SMH	wzorzec standard	SMH	wzorzec standard		
2007	17	22,6	22,7	32,7	32,8	4	1
2008	22	20,5	20,6	34,7	35,7	5	1
2009	25	22,6	23	36	35,3	10	0
2010	25	19	19,9	36,1	36,5	4	1
2011	26	23,5	22,5	35,4	36,8	5	2
2012	28	25,9	23,8	33,9	35,7	6	4
2013	34	21,3	19,4	36,7	38,2	8	6
2014	41	25	22,2	35,3	37	13	3
2015	22	20,4	20,3	41,6	42,7	7	0
2016	17	23,7	22,5	35	35,7	9	3 (prognoza)
Suma Sum	257	-	-	-	-	71	21
Średnia Mean	25,7	22,4	21,7	35,7	36,7	7,1	2,1

* Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych — Research Centre for Cultivar Testing



Rys. 3. Średnie plony ogólne suchej masy kukurydzy (t·ha⁻¹) obiektów SMH i wzorców w doświadczeniach wstępnych na kiszonkę z całych roślin w latach 2007–2016 (ciągła i przerywana linia obrazują odpowiednie funkcje regresji podobnie, jak na rys. 1)

Fig. 3. Average yields of total dry matter of maize (t·ha⁻¹) of SMH hybrid cultivars and standards in preliminary experiments on whole plant silage conducted across years 2007–2016 (solid and dotted lines are respective linear regression functions as on Fig. 1)



Rys. 4. Średnie zawartości suchej masy w całych roślinach kukurydzy w czasie zbioru (%) obiektów SMH i wzorców w doświadczeniach wstępnych na kiszonce z całych roślin w latach 2007–2016 (ciągła i przerywana linia obrazują odpowiednie funkcje regresji podobnie, jak na rys. 1)

Fig. 4. Average dry weight content of whole plants of maize at harvest (%) of SMH hybrid cultivars and standards in preliminary experiments on whole plant silage conducted across years 2007–2016 (solid and dotted lines are respective linear regression functions as on Fig. 1)

DYSKUSJA

Współczesne odmiany kukurydzy to mieszańce liniowe składające się z co najmniej dwóch celowo dobranych komponentów (Adamczyk, 2005). W krajach o rozwiniętym rolnictwie odmiany te zajmują obecnie od 75 do 100% areалу. Siódmiak (2006) podaje, że odmiany tego typu plonują wyżej o około 20–30% od odmian populacyjnych. Wyższe plony są wynikiem wykorzystania w ich hodowli efektu heterozji, czyli bujności mieszańców przejawiającej się w pokoleniu F1, uzyskiwanym poprzez skrzyżowanie linii wsobnych (Aldrich i in., 1982). Początki hodowli heterozyjnej kukurydzy miały miejsce w Stanach Zjednoczonych Ameryki Pn. Pomimo, że zjawisko to opisane zostało już w 1908 roku, na szeroką skalę zaczęto je wykorzystywać dopiero w latach 30. ubiegłego wieku. Gdy już weszły do praktyki rolniczej, dalszy wzrost powierzchni uprawy odmian mieszańcowych w USA był bardzo szybki. W stanie Iowa, jednym ze stanów należących dziś do tzw. Corn Beltu, czyli pasa uprawy kukurydzy, udział odmian mieszańcowych przed rokiem 1935 wynosił poniżej 10%. Natomiast 4 lata później wzrósł do ponad 90%. Od roku 1950 większość plantacji kukurydzy w USA obsianych już było odmianami mieszańcowymi (Crow, 1998). Według Duvicka (2005) w latach 1934–2004 średnioroczny wzrost plonów kukurydzy w USA wyniósł 115 kg·ha⁻¹. Od 40 do 50% tego wzrostu autor ten przypisuje stałemu ulepszaniu agrotechniki. Pozostała część tego wzrostu to efekt postępu genetyczno-hodowlanego.

W badaniach własnych w obydwu kierunkach użytkowania plony w latach podlegały dużym wahaniom zarówno w przypadku odmian SMH, jak i odmian wzorcowych. Główną przyczyną tych różnic były prawdopodobnie warunki pogodowe. Wysokie plony odmian SMH korespondowały z wysokimi plonami odmian wzorcowych i na odwrót. Zróżnicowanie plonów w poszczególnych latach badań nie zmienia jednak tendencji wzrostowej, która wyrażona została prostą regresji. Uzyskany średnioroczny wzrost plonów ziarna wynoszący $0,9 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ był niższy od wyników uzyskiwanych przez innych autorów. Bilski i in. (1997) badając wartość gospodarczą mieszańców kukurydzy zarejestrowanych i uprawianych w Polsce w latach 1972–1996 uzyskali średnioroczny wzrost plonu ziarna na poziomie $1,01 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. Siódmiak (2006) analizując wyniki doświadczeń odmianowych COBORU, prowadzonych w latach 1986–2005 uzyskał średnioroczny wzrost plonów wynoszący $1,6 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. Machul i Księżak (2008) oceniając plonowanie mieszańców kukurydzy zarejestrowanych i uprawianych w Polsce w latach 1976–2005 uzyskali roczny wzrost plonu ziarna na poziomie $1,68 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. Odmiany SMH badane w kierunku użytkowania na ziarno uzyskały natomiast wyższy roczny wzrost zawartości suchej masy w ziarnie w czasie zbioru, wynoszący $0,49\%$. W innych badaniach roczny wzrost wynosił $0,31\%$ dla odmian badanych w latach 1972–1996 (Bilski i in., 1997), $0,36\%$ dla odmian badanych w latach 1986–2005 (Siódmiak, 2006) i $0,42\%$ dla odmian badanych w latach 1976–2005 (Machul i Księżak, 2008).

W badaniach własnych odmiany SMH o kierunku użytkowania na kiszonkę z całych roślin uzyskały roczny wzrost plonu ogólnego suchej masy na poziomie $1,9 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ i roczny wzrost zawartości suchej masy w całych roślinach na poziomie $0,4\%$. Bilski i in. (1997) badając w latach 1972–1996 odmiany przeznaczone do produkcji kiszonki z całych roślin uzyskał roczny wzrost plonu ogólnego suchej masy na poziomie $1,7 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ przy równoczesnym wzroście zawartości suchej masy na poziomie $0,5\%$. Wyższy roczny wzrost plonu ogólnego suchej masy wynoszący $2,56 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ uzyskali natomiast Machul i Księżak (2008), którzy analizę przeprowadzili w latach 1976–2005. Roczny wzrost zawartości suchej masy w całych roślinach w ich badaniach wyniósł jednak tylko $0,33\%$.

W badaniach własnych na wartości średnie poszczególnych cech składają się wyniki z wielu obiektów testowych. Tylko część z nich trafiła do doświadczeń rejestrowych, z czego tylko najlepsze, charakteryzujące się najwyższą wartością gospodarczą zostały zarejestrowane. W przypadku badań innych autorów obiektami doświadczalnymi były odmiany już zarejestrowane i uprawiane w Polsce lub będące w trakcie badań rejestrowych.

WNIOSKI

1. Odmiany SMH badane w kierunku użytkowania na ziarno w latach 2006-2015 wykazały średnioroczny wzrost plonu ziarna w wysokości $0,9 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ i średnioroczny wzrost zawartości suchej masy w ziarnie w czasie zbioru na poziomie $0,49\%$.
2. Odmiany SMH badane w kierunku użytkowania na kiszonkę z całych roślin w latach 2007-2016 wykazały średnioroczny wzrost plonu ogólnego suchej masy na poziomie

- 1,9 dt·ha⁻¹ i średnioroczny wzrost zawartości suchej masy w całych roślinach w czasie zbioru na poziomie 0,4%.
3. Uzyskane wyniki z rozpatrywanych lat badań pozwoliły na zgłoszenie do doświadczeń rejestrowych COBORU 137 obiektów w kierunku użytkowania na ziarno oraz 62 obiektów w kierunku użytkowania na kiszonkę.
 4. Decyzją dyrektora COBORU, po uprzedniej rekomendacji przez Komisję ds. rejestracji, w latach 2006–2016 wpisano do Krajowego Rejestru 15 odmian do użytkowania na ziarno oraz 18 odmian do użytkowania na kiszonkę z całych roślin.
 5. Eksperymentalne odmiany mieszańcowe SMH wykazały średnioroczny wzrost plonu suchego ziarna i plonu ogólnego suchej masy, przy równoczesnym wzroście zawartości suchej masy w czasie zbioru dla obydwu cech. Corocznie odmiany SMH uzyskiwały porównywalne wyniki do odmian wzorcowych.

LITERATURA

- Adamczyk J. 2005. Genetyczne podstawy hodowli kukurydzy (*Zea mays* L.). W: Górny A. G. (red.). Zarys Genetyki Zbóż. Tom 2. Pszenżyto, kukurydza i owies. Wyd. IGR PAN Poznań: 279 — 310.
- Aldrich S. R., Scott O. W., Leng E. R. 1982. Modern corn production. Illinois 61820: 378.
- Bilski E., Siódmiak J., Heimann H. 1997. Wartość gospodarcza mieszańców kukurydzy zarejestrowanych i uprawianych w Polsce w latach 1972–1996. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 450: 31 — 54.
- Crow J. F. 1998. 90 years ago: the beginning of hybrid maize. Genetics 148: 923 — 928.
- Duvick D. N. 2005 a. Genetic progress in yield of united states maize (*Zea mays* L.). Maydica, 50: 193 — 202.
- Machul M., Księżak J. 2008. Ocena plonowania mieszańców kukurydzy w trzydziestoleciu 1976–2005. W: Wieś Jutra, nr 3 (116) 2008.
- Michalik B. (red.) 2009. Hodowla roślin z elementami genetyki i biotechnologii. PWRiL, Poznań.
- Michalski T. 2013. Rosnące znaczenie kukurydzy. W: Kukurydza, roślina przyszłości spełnia oczekiwania. Biznes Press Sp. z o.o., 7: 3 — 7.
- Michalski T. 2015. Uprawa kukurydzy doskonale się rozwinęła. W: Kukurydza, do niej należy przyszłość. Agro Serwis, 8: 3 — 8.
- Siódmiak J. 2006. Postęp hodowlany kukurydzy, nowe odmiany w krajowym rejestrze, wyniki PDO 2004–2005 W: Wieś Jutra, nr 3 (92) 2006.
- Spiss L., Góral H., Michalik B. 2009. Wprowadzenie do hodowli. W: Michalik B. (red.). Hodowla roślin z elementami genetyki i biotechnologii. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Poznań: 125 — 152.
- Wicki L. 2008. Wykorzystanie postępu odmianowego w produkcji zbóż w polskim rolnictwie. Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G, T.94, z. 2.