

## EFEKTY TRANSGRESYWNE W SKŁADZIE CHEMICZNYM POKOŁENIA F2 ODMIAN MIESZAŃCOWYCH KUKURYDZY W UPRAWIE NA KISZONKĘ

HANNA SULEWSKA<sup>1</sup>, GRAZYNA SZYMAŃSKA, KAROLINA ŚMIATACZ, RAFAŁ SOBIESZCZAŃSKI,  
PIOTR SZULC

*Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań*

**Synopsis.** W latach 2005 i 2007 na polach Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego w Swadzimiu (52°29' N, 16°46' E), należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu przeprowadzono dwuczynnikowe doświadczenia, które miały na celu określenie poziomu strat w plonach białka i energii wynikających z uprawy pokolenia F2 wybranych mieszańców kukurydzy. Spadek plonu białka w surowcu do zakiszania uzyskanym po wysiewie pokolenia F2 mieszańców kukurydzy zależał od warunków wegetacji i odmiany. Uprawa pokolenia F2 w zależności od mieszańca kukurydzy łączyła się ze spadkiem plonu białka o 99,8 kg·ha<sup>-1</sup> (San) do 172,5 kg·ha<sup>-1</sup> (Bzura). W 2005 roku, o mniej sprzyjającym układzie warunków pogodowych średni spadek plonu białka z całej rośliny wyniósł 186,7 kg·ha<sup>-1</sup>, co stanowiło 14,2 %, natomiast w korzystniejszym roku był niższy i wyniósł 78,2 kg·ha<sup>-1</sup> (4,6%). Z kolei plon energii netto w pokoleniu F2 mieszańców zmniejszył się od 12,3 GJ·ha<sup>-1</sup> (Bzura) do 22,0 GJ·ha<sup>-1</sup> (San). Ponadto, surowiec do zakiszania produkowany z pokolenia F2 badanych mieszańców kukurydzy charakteryzował się większą zawartością białka, włókna oraz popiołu, a mniejszą zawartością tłuszczu i BNV.

**Słowa kluczowe:** kukurydza, mieszańce, pokolenie F2, plon białka, plon energii

### WSTĘP

Jednym z najważniejszych kierunków hodowli roślin uprawnych, przyczyniającym się do uzyskania postępu biologicznego w rolnictwie jest zapewnienie wysokich i stabilnych plonów [Święcicki i in. 2011]. Obecnie w nowoczesnej hodowli kukurydzy gwarantują to przede wszystkim odmiany mieszańcowe [Arseniuk i in. 2012]. W porównaniu z odmianami populacyjnymi charakteryzują się one potencjałem plonowania o 20–30% wyższym [Siódmiak 2006]. Wynika to z wykorzystania w ich hodowli zjawiska heterozji, opisanego na początku ubiegłego wieku przez Shulla. Polega ono na bujności mieszańców przejawiającej się w pokoleniu F1, uzyskiwanym w wyniku skrzyżowania linii wsobnych matecznych i ojcowskich [Aldrich i in. 1982]. Obecnie wykorzystanie tego typu odmian jest duże, zajmują one 75–100% arealu uprawnego w krajach przodujących w uprawie kukurydzy [Adamczyk 2004]. W Krajowym Rejestrze w Polsce zarejestrowanych jest 175 odmian mieszańcowych kukurydzy, z czego 106 z przeznaczeniem do uprawy na ziarno, 55 na kiszonkę z całych roślin i 14 ogólnoużytkowych. Zjawisko heterozji występuje w pierwszym pokoleniu mieszańców, a w dalszych pokoleniach na skutek segregacji i rekombinacji cech oraz wzrostu homozygotyczności ulega „rozmyciu”. W związku z tym, materiał siewny odmian mieszańcowych nie może być rozmnażany tradycyjnie i może być wykorzystany tylko jednorazowo [Święcicki i in. 2011]. Jednak wielu producentów chcąc zaoszczędzić na materiale siewnym wykorzystuje ziarno wyprodukowane we własnym gospodarstwie.

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address:* [sulewska@up.poznan.pl](mailto:sulewska@up.poznan.pl)

darstwie. Zaopatrzenie rolnictwa w sezonie wegetacyjnym 2011/1012 w kwalifikowany materiał siewny w porównaniu do sezonu wegetacyjnego 1999/2000 uległo zmniejszeniu o 42,7% [GUS 2012] przy wzroście powierzchni uprawy tego gatunku, co może świadczyć o tym, iż w Polsce nadal obserwuje się duży udział powierzchni uprawy kukurydzy obsianej ziarnem pokolenia F2.

Celem badań było rozpoznanie zmian w zawartościach składników pokarmowych w surowcu do zakiszania jako skutek wysiewu pokolenia F2 mieszańców. Ponadto, określono poziom strat w plonach białka i energii wynikających z uprawy pokolenia F2 wybranych mieszańców kukurydzy.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2005 i 2007 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Swadzim (52°29' N, 16°46' E), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Schemat obejmował 2-czynnikowe doświadczenie polowe z uprawą kukurydzy z przeznaczeniem na zbiór kiszonki. Doświadczenie prowadzono w układzie split-plot, w czterech powtórzeniach.

Czynnikami I rzędu była odmiana: Bzura (mieszaniec trójliniowy – TC), Clarica (mieszaniec dwuliniowy – SC), San (mieszaniec trójliniowy–TC), a czynnikiem II rzędu –pokolenie mieszańców: F1 i F2.

Analizy zawartości składników pokarmowych w całych roślinach kukurydzy przeprowadzono w laboratorium Katedry Agronomii UP w Poznaniu. Określono je standardowymi metodami analizy weendeńskiej. Zawartość azotu ogólnego oznaczono metodą Kjeldahla i przeliczono na zawartość białka ogólnego, tłuszczu surowego metodą Soxhleta, włókna surowego metodą zhydrolizowania pozostałych składników materiału roślinnego, popiołu surowego metodą spalania na sucho, a związków bezazotowych wyciągowych przez odjęcie od 100% zawartości pozostałych składników. Na podstawie uzyskanych wyników wyliczono wartość pokarmową kiszonki dla bydła według metodyki systemu INRA, stosując program INRAration ver. 4 [IZ-INRA 2001].

Warunki pogodowe w latach prowadzenia badań były zróżnicowane (tab. 1). W 2005 roku średnia temperatura powietrza nie odbiegała od średniej z wielolecia, a suma opadów była

Tabela 1. Temperatura i opady w latach 2005 i 2007  
Table 1. Temperatures and rainfall in 2005 and 2007

Miesiąc – Month	Temperatura – Temperature (°C)			Opady – Rainfall (mm)		
	2005	2007	1951–2006	2005	2007	1951–2006
III	1,6	2,8	2,9	28,9	52,3	30,9
IV	9,4	7,9	7,9	14,5	9,3	32,6
V	13,5	13,4	13,4	74,3	77,0	50,8
VI	16,5	16,6	16,6	19,1	59,6	58,2
VII	19,9	18,4	18,3	97,4	87,0	72,4
VIII	17,3	17,8	17,8	60,7	48,1	55,9
IX	16,0	13,6	13,5	34,4	33,4	44,5
X	10,5	8,8	8,7	5,0	18,5	39,0
Średnio/Suma (III–X) Mean/Sum (III–X)	13,1	12,4	12,4	334,3	385,2	353,4

o 19,1 mm mniejsza od średniej sumy opadów z wielolecia, przy czym największy ich niedobór wystąpił w czasie siewu. W 2007 roku wysokie opady wystąpiły w marcu przewyższając średnią z wielolecia aż o 21,4 mm, co zrekompensowało ich niedobór podczas siewu. Ponadto dobry rozkład temperatur i opadów w okresie wegetacji był korzystniejszy dla wzrostu i rozwoju roślin kukurydzy niż w latach poprzednich.

Gleba pól doświadczalnych według klasyfikacji PTG [Marcinek i Komisarek 2011] należy do gleb płowoziemnych (PWsp) wytworzonych z polodowcowych rozmytych glin zwałowych. Według klasyfikacji bonitacyjnej zaliczono ją do klasy IVa i IVb, natomiast według przydatności rolniczej do kompleksu 5 (żytniego dobrego).

Wszystkie zabiegi uprawowe wykonano zgodnie z zasadami poprawnej agrotechniki kukurydzy w uprawie na kiszonkę. Nawożenie mineralne w postaci Polifoski 5 i mocznika stosowano przed siewem w następujących dawkach: azot – 120 kg N·ha<sup>-1</sup>, fosfor – 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup>, potas – 120 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>. Siew kukurydzy wykonywano w zależności od stanu optymalnego uwilgotnienia gleby w terminie między 15 a 26 kwietnia. Regulacji zachwaszczenia dokonywano w fazie 1-3 liści herbicydem Guardian Complete Mix 664 EC (s.a. acetochlor, terbutylazyna) w dawce 3,5 l·ha<sup>-1</sup>. Zbiór kukurydzy przeprowadzano w stadium pełnej dojrzałości woskowej ziarna.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Friesen i Palmer [2002] i Morris [1998] wskazują, że w pokoleniu F2 mieszańców kukurydzy obserwuje się duży spadek plonu ziarna, sięgający nawet 30–40%. Segregacja cech w pokoleniu F2 mieszańców kukurydzy dotyczy również cech jakościowych surowca do zakiszania. W dwuletnich badaniach wykazano, że uprawa pokolenia F2, niezależnie od mieszańca kukurydzy, łączy się z istotnym spadkiem plonu białka i plonu energii, co wynika głównie ze spadków plonu surowca do zakiszania. We wcześniejszych badaniach Sulewskiej i in. [2008] stwierdzono, że straty plonu świeżej masy surowca uzyskanego z uprawy pokolenia F2 mieszańców kukurydzy wyniosły 6,71 t·ha<sup>-1</sup>, co stanowiło 21,2% plonu F1, natomiast w badaniach Adamczyka [2005] wyniosły one 33%.

Plon białka w surowcu do zakiszania zbierane w doświadczeniach własnych po wysiewie pokolenia F2 mieszańców były istotnie niższe od uzyskanych z pokolenia F1 (tab. 2). Stwierdzone różnice, w zależności od odmiany, mieściły się w granicach 99,8 kg·ha<sup>-1</sup> (San) do 172,5 kg·ha<sup>-1</sup> (Bzura). W mniej sprzyjającym plonowaniu 2005 roku średni spadek plonu białka wyniósł 186,7 kg·ha<sup>-1</sup>, co stanowiło 14,2%, z kolei w korzystniejszym 2007 roku był on niższy i wyniósł 78,2 kg·ha<sup>-1</sup> (4,6%). Plon energii netto dla przeżuwaczy podobnie jak plon białka niższy był w przypadku roślin pokolenia F2. Obserwowany spadek wartości tej cechy średnio dla lat badań wahał się od 12,3 GJ·ha<sup>-1</sup> u odmiany Bzura do 22,0 GJ·ha<sup>-1</sup> u odmiany San. Średnio dla odmian stanowiło to 15,5% plonu pokolenia F1.

Zawartość składników pokarmowych w surowcu do zakiszania zmieniała się wyraźnie w zależności od pokolenia mieszańca kukurydzy (tab. 3). Średnio dla lat badań surowiec zebrany z mieszańców pokolenia F2 kukurydzy charakteryzował się istotnie niższą zawartością tłuszczu i BNW, a wyższą zawartością białka, włókna i popiołu.

W 2005 roku, mniej sprzyjającym plonowaniu kukurydzy, zawartość białka w suchej masie całych roślin była wyższa o 0,18 pkt.% w pokoleniu F1 i o 0,28 pkt.% w pokoleniu F2 w porównaniu z korzystniejszym 2007 r. Taka zależność zaznaczyła się u wszystkich odmian. Wyższą zawartość białka w pokoleniu F2 uzyskali wcześniej Irlbeck i in. [1993]. Linn i Martin [1989] podają, że białko może stanowić od 6–17% suchej masy kiszonki. Zawartość białka w kiszonce w badaniach Johnson i in. [2002], Barlow i in. [2012], Teller i in. [2012], Bedrosian

Tabela 2. Plony białka ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i energii netto dla przeżuwaczy ( $\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ )Table 2. Protein yields ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) and net energy for ruminants ( $\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

Mieszaniec (A) Hybrid (A)	2005			2007			Średnio dla lat Mean for years		
	Pokolenie (B) Generation (B)		Średnio Mean	Pokolenie (B) Generation (B)		Średnio Mean	Pokolenie (B) Generation (B)		Średnio Mean
	F1	F2		F1	F2		F1	F2	
Plony białka w całej roślinie – Protein yields in whole plant ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )									
Bzura	1113	925	1019	1701	1544	1623	1407	1235	1321
Clarica	1517	1386	1451	1727	1607	1667	1622	1497	1559
San	1312	1070	1191	1607	1650	1629	1460	1360	1410
Średnio – Mean	1314	1127	–	1678	1600	–	1496	1364	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	A – 165; B – 98; AxB – r.n.			A – r.n.; B – r.n.; AxB – r.n.			A – 86; B – 73; AxB – r.n.		
Plony energii netto dla przeżuwaczy – Net energy yields ( $\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ )									
Bzura	85,5	71,7	78,6	132,6	121,9	127,3	109,1	96,8	103,0
Clarica	122,6	101,2	111,9	139,5	117,8	128,7	131,1	110,0	120,1
San	104,2	73,8	89	129,6	116,3	123,0	117,0	95,0	106,0
Średnio – Mean	104,1	82,2	–	133,9	118,7	–	119,1	100,6	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	A – 12,8; B – 7,4; AxB – r.n.			A – 8,1; B – 9,4; AxB – r.n.			A – 6,7; B – 5,6; AxB – r.n.		

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Tabela 3. Zawartość składników odżywczych w surowcu do zakiszania (% s.m.)

Table 3. The nutritional value of raw material for ensiling (% DM)

Mieszaniec Hybrid (A)	2005			2007			Średnio dla lat Mean for years		
	Pokolenie (B) Generation (B)		Średnio Mean	Pokolenie (B) Generation (B)		Średnio Mean	Pokolenie (B) Generation (B)		Średnio Mean
	F1	F2		F1	F2		F1	F2	
Białko – Protein									
Bzura	8,59	8,36	8,47	8,33	8,08	8,20	8,46	8,22	8,34
Clarica	8,06	8,92	8,50	8,05	8,75	8,40	8,06	8,34	8,45
San	8,32	9,45	8,87	8,08	9,07	8,57	8,20	9,26	8,73
Średnio – Mean	8,33	8,91	–	8,15	8,63	–	8,24	8,77	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	A – 0,13; B – 0,14			A – 0,11; B – 0,05			A – 0,08; B – 0,07		
Tłuszcz – Fat									
Bzura	3,09	2,95	3,02	2,83	2,68	2,75	2,96	2,82	2,89
Clarica	2,85	2,74	2,79	2,81	2,50	2,66	2,83	2,62	2,73
San	2,79	2,64	2,72	2,60	2,33	2,47	2,69	2,49	2,59
Średnio – Mean	2,90	2,78	–	2,75	2,50	–	2,83	2,64	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	A – 0,11; B – r.n.			A – 0,12; B – 0,06			A – 0,07; B – 0,07		

Tabela 3. cd.  
Table 3. cont.

Włókno – Fibre									
Bzura	17,9	20,1	19,0	19,7	22,0	20,8	18,8	21,1	19,9
Clarica	19,4	18,6	19,0	19,7	20,3	20,0	19,6	19,5	19,5
San	17,7	18,3	18,0	19,4	20,5	20,0	18,5	19,4	19,0
Średnio–Mean	18,3	19,0	–	19,6	21,0	–	19,0	20,0	–
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>	A – 0,8; B – r.n.			A – r.n.; B – 0,5			A – r.n.; B – 0,6		
Popiół – Ash									
Bzura	3,59	4,03	3,81	4,05	4,45	4,26	3,82	4,25	4,03
Clarica	3,94	3,86	3,90	4,01	4,25	4,13	3,98	4,06	4,02
San	3,51	3,68	3,60	3,85	4,13	3,99	3,68	3,90	3,79
Średnio–Mean	3,68	3,86	–	3,97	4,29	–	3,83	4,07	–
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>	A – 0,19; B – 0,24			A – r.n.; B – 0,12			A – 0,13; B – 0,12		
BNW – DNF									
Bzura	66,9	64,5	65,7	65,1	62,8	63,9	66,0	63,7	64,8
Clarica	65,8	65,9	65,8	65,4	64,2	64,8	65,6	65,0	65,3
San	67,7	65,9	66,8	66,1	63,9	65,0	66,9	64,9	65,9
Średnio–Mean	66,8	65,4	–	65,5	63,6	–	66,1	64,5	–
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>	A – 0,8; B – 1,1			A – r.n.; B – 0,5			A – 0,5; B – 0,5		
Koncentracja energii netto w s.m. roślin – Net energy concentration in DM of plants (MJ·kg <sup>-1</sup> )									
Bzura	6,60	6,49	6,54	6,49	6,38	6,44	6,56	6,43	6,49
Clarica	6,52	6,52	6,52	6,50	6,42	6,46	6,51	6,47	6,49
San	6,60	6,51	6,56	6,51	6,39	6,45	6,56	6,45	6,50
Średnio–Mean	6,58	6,50	–	6,50	6,39	–	6,54	6,45	–
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>	A – r.n.; B – 0,06			A – r.n.; B – 0,03			A – r.n.; B – 0,03		

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

i in. [2012] była na podobnym poziomie jak w badaniach własnych w surowcu do zakiszenia. Z kolei w badaniach Książaka i in. [2012] zawartość ta była niższa o około 1,9 pkt.% niż uzyskana w badaniach własnych. Zawartość białka w surowcu do zakiszenia w zależności od odmiany kształtowała się na poziomie od 8,06% (Clarica) do 8,46% (Bzura) u mieszańców pokolenia F1 oraz od 8,22% (Bzura) do 9,26% (San) u mieszańców pokolenia F2 i była średnio o 0,53 pkt.% wyższa u mieszańców tego pokolenia.

W obu latach badań u wszystkich mieszańców w pokoleniu F2 obserwowano niższą zawartość tłuszczu w s.m. całych roślin kukurydzy niż w pokoleniu F1. W mniej sprzyjającym 2005 roku nie stwierdzono istotnego wpływu pokolenia mieszańca na zawartość tłuszczu, jednak surowiec pokolenia F2 wykazywał tendencję do niższej wartości tej cechy. Zawartość tłuszczu średnio z lat badań była niższa o 0,19 pkt.% w surowcu pokolenia F2 i tę różnicę udowod-

niono statystycznie. W badaniach Liszki-Podkowy i Sowińskiego [2008], w których oceniano skuteczność różnych metod odchwaszczania i ich wpływ na plonowanie mieszańców przeznaczonych na kiszonkę, zawartość tłuszczu osiągała niższą o 0,34 pkt.% wartość od uzyskanej w badaniach własnych.

Podkówka i Podkówka [2006] zaobserwowali, że od 1955 do 2003 roku następował wzrost zawartości suchej masy w surowcu do zakiszania oraz spadek udziału w nim włókna surowego do poziomu 18,1% w 2003 roku. W badaniach własnych istotnie wyższą zawartością włókna charakteryzował się surowiec z pokolenia F2. W mniej sprzyjającym 2005 roku surowiec z pokoleń F1 i F2 badanych mieszańców nie różnił się istotnie zawartością włókna, jednak wystąpiła tendencja do nieco wyższej zawartości włókna surowego w pokoleniu F2. Istotnie wyższą zawartość tego składnika w pokoleniu F2 badanych mieszańców stwierdzono w 2007 roku. W badaniach Buniak i in. [1996], Księżaka i in. [2012], Liszki-Podkowy i Sowińskiego [2008] zawartość włókna w kukurydzy przeznaczonej na kiszonkę wahała się od 17 do 21%. Zawartość popiołu w badaniach własnych nie przekraczała 4,5%. Surowiec pokolenia F2 charakteryzował się istotnie wyższą zawartością popiołu niż pochodzący z pokolenia F1. W pracy Księżaka i in. [2012] zanotowano o 1,94 pkt.% wyższą zawartość popiołu w kiszonce kukurydzy, w porównaniu do badań własnych. Zawartość bezazotowych związków wyciągowych podlegała również segregacji w pokoleniu F2, w którym stwierdzono istotnie niższą wartość tej cechy w surowcu niż z pokolenia F1. W badaniach Kowalika i Michalskiego [2009] zawartość BNW była na nieco niższym poziomie o 1,9 pkt.% niż w badaniach własnych.

Zawartości białka, tłuszczu, włókna i popiołu w surowcu pochodzącym z pokolenia F2 kukurydzy podlegały większemu wpływowi warunków środowiskowych w latach o czym świadczą wartości współczynników zmienności (cv) (tab. 4). Jedynie dla BNW uzyskano niższy współczynnik zmienności (cv) w surowcu pochodzącym z pokolenia F2 niż F1, jednak przy niższych wartościach zarówno minimalnych jak i maksymalnych dla tej cechy.

Tabela 4. Charakterystyki statystyczne zawartości składników pokarmowych w suchej masie całych roślin (% s.m.)

Table 4. Statistical characteristics of the nutrient content of dry matter of the whole plant (% DM)

Zawartość składnika <i>Nutrient content</i>	Pokolenie <i>Generation</i>	Wartość – <i>Value</i>		Wartość średnia <i>Mean value</i>	Sd	Cv (%)
		min. <i>minimum</i>	maks. <i>maximum</i>			
Białko <i>Protein</i>	F1	7,99	8,75	8,24	0,22	2,68
	F2	7,94	9,56	8,77	0,47	5,37
Tłuszcz <i>Fat</i>	F1	2,53	3,24	2,82	0,17	6,05
	F2	2,27	3,06	2,64	0,21	8,23
Włókno <i>Fibre</i>	F1	16,5	20,6	19,0	1,18	6,23
	F2	17,7	22,8	20,0	1,41	7,09
Popiół <i>Ash</i>	F1	3,28	4,21	3,82	0,27	7,10
	F2	3,55	4,68	4,07	0,30	7,38
BNW <i>DNF</i>	F1	64,5	68,8	66,1	1,21	1,83
	F2	62,0	66,5	64,5	1,27	1,98

Sd – odchylenie standardowe – *standard deviation*, Cv – współczynnik zmienności – *coefficient variation*

Po wysiewie pokolenia F2 mieszańców kukurydzy uzyskiwano mniej stabilne w latach plony białka i energii, przy jednoczesnym, niekorzystnym spadku wartości minimalnych i maksymalnych obu cech (tab. 5). Podobne zależności wykazano dla koncentracji energii netto w s.m. całych roślin.

Tabela 5. Charakterystyki statystyczne plonu białka, energii oraz koncentracji energii netto  
Table 5. Statistical characteristics of the yield of protein, energy and net energy concentration

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Pokolenie <i>Generation</i>	Wartość <i>Value</i>		Wartość średnia <i>Mean value</i>	Sd	Cv (%)
		min. <i>min.</i>	maks. <i>max.</i>			
Plon białka w całej roślinie (kg·ha <sup>-1</sup> ) <i>Protein yield in whole plant (kg·ha<sup>-1</sup>)</i>	F1	906	1894	1496	255	17,1
	F2	7812	1802	1364	299	21,9
Plon energii netto dla przeżuwaczy (GJ·ha <sup>-1</sup> ) <i>Net energy yield for ruminants (GJ·ha<sup>-1</sup>)</i>	F1	69,0	153,0	119,0	21,3	17,9
	F2	60,9	132,7	100,5	22,4	22,3
Koncentracja energii netto w s. m. roślin (MJ·kg <sup>-1</sup> ) <i>Net energy concentration in DM (MJ·kg<sup>-1</sup>)</i>	F1	6,46	6,67	6,54	0,06	0,98
	F2	6,33	6,55	6,45	0,07	1,06

Sd – odchylenie standardowe – *standard deviation*, Cv – współczynnik zmienności – *coefficient variation*

## WNIOSKI

1. Uprawa pokolenia F2 mieszańców kukurydzy prowadziła do istotnych spadków plonu białka i plonu energii, które dla badanych odmian w porównaniu z pokoleniem F1 wyniosły odpowiednio 132,5 kg·ha<sup>-1</sup> (8,9%) i 18,5 GJ·ha<sup>-1</sup> (15,5%).
2. Surowiec do zakiszania pozyskiwany z pokolenia F2 badanych mieszańców charakteryzował się większą zawartością białka, włókna oraz popiołu, a mniejszą zawartością tłuszczu i BNW.
3. Pokolenie F2 mieszańców kukurydzy silniej reagowało na niekorzystne warunki środowiskowe niż pokolenie F1.

## PIŚMIENNICTWO

- Adamczyk J. 2005. Genetyczne podstawy hodowli kukurydzy (*Zea mays* L.). W: Zarys genetyki zbóż. T 2. Pszenżyto, kukurydza i owies. Górny A.G. (red.). Wyd. IGR PAN, Poznań: 281–307.
- Aldrich S.R., Scott O.W., Leng E.R. 1982. Modern corn production. Illinois 61820: ss. 378.
- Arseniuk E., Warzecha R., Żurek M., Siódmiak J. 2012. Postęp genetyczny i hodowla odmian kukurydzy dla różnych kierunków wykorzystania. II Konferencja Naukowa „Kukurydza, sorgo – produkcja, wykorzystanie, rynek” Poznań – Dymaczewo Nowe 9–11 maj 2012 (<http://www.kukurydza.info.pl/>).
- Barlow J.S., Bernard J.K., Mullis N.A. 2012. Production response to corn silage produced from normal, brown midrib, or waxy corn hybrids. J. Dairy Sci. 95: 4550–4555.
- Bedrosian M.C., Nestor K.E., Kung L. 2012. The effect of hybrid, maturity, and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. J. Dairy Sci. 95: 5115–5126.

- Buniak W., Dmowski Z., Szyszkowski P. 1996. Plonowanie i skład jakościowy kukurydzy na kiszonkę w warunkach deszczowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 438: 243–249.
- Friesen D.K., Palmer A.F.E. 2002. Integrated approaches to higher maize productivity in the New Millennium. Proceed. 7th Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference. Nairobi, Kenya, 5–11 February 2002: ss. 532.
- GUS 2012. Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2011/2012. Warszawa (www.stat.gov.pl).
- Irlbeck N.A., Russell J.R., Hallauer A.R., Buxton D.R. 1993. Nutritive value and ensiling characteristics of maize stover as influenced by hybrid maturity and generation, plant density and harvest date. Anim. Feed Sci. Technol. 41: 51–64.
- IZ-INRA. 2001. Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. Wyd. II, Inst. Zoot., Kraków.
- Johnson L.M., Harrison J.H., Davidson D., Mahanna W.C. Shinerst K., Linder D. 2002. Corn silage management; Effects of maturity inoculation and mechanical processing on pack density and aerobic stability. J. Dairy Sci. 85: 434–444.
- Kowalik I., Michalski T. 2009. Zawartość suchej masy w surowcu jako szacunkowy wskaźnik wartości pokarmowej kiszonki z kukurydzy. Nauka Przyr. Technol. 3: #2.
- Księżak J., Bojarszczuk J., Staniak M. 2012. Produkcyjność kukurydzy i sorga w zależności od poziomu nawożenia azotem. Pol. J. Agron. 8: 20–28.
- Linn J.G., Martin N.P. 1989. Forage quality tests and interpretation. Minnesota extension Service, University of Minnesota, ss. 1–5.
- Liszka-Podkowa A., Sowiński J. 2008. Skuteczność różnych metod odchwaszczania mieszańców kukurydzy uprawianych na kiszonkę. Acta. Sci. Pol., Agricultura 7(4): 61–69.
- Marcinek J., Komisarek J. (red.) 2011. Systematyka Gleb Polski. Roczn. Glebozn. 62(3): ss. 193.
- Morris M.L. 1998. Maize seed industries in developing countries. Lynne Rienner Publisher: ss. 401.
- Podkówa Z., Podkówa W. 2006. Zawartość suchej masy, włókna surowego i białka surowego oraz jakość kiszonek z całych roślin kukurydzy produkowanych w latach 1955–2003. Pam. Puł. 142: 373–380.
- Siódmiak J. 2006. Postęp hodowlany kukurydzy, nowe odmiany w krajowym rejestrze, wyniki PDO 2004–2005. Wieś Jutra 92 (3): 5–7.
- Sulewska H., Koziara W., Ptaszyńska G., Panasiewicz K. 2008. Segregacja transgresywna w pokoleniu F2 mieszańców kukurydzy uprawianych na ziarno i kiszonkę. Acta Sci. Pol., Agricultura 7(3): 115–123.
- Święcicki W.K., Surma M., Koziara W., Skrzypczak G., Szukała J., Bartkowiak-Broda J., Zimny J., Banaszak Z., Marciniak K. 2011. Nowoczesne technologie w produkcji roślinnej – przyjazne dla człowieka i środowiska. Pol. J. Agron. 7: 102–112.
- Teller R.S., Schmidt R.J., Whitlow L.W., Kung L. 2012. Effect of physical damage to ears of corn before harvest and treatment with various additives on the concentration of mycotoxins, silage fermentation, and aerobic stability of corn silage. J. Dairy Sci. 95: 1428–1436.

H. SULEWSKA, G. SZYMAŃSKA, K. ŚMIATACZ, R. SOBIESZCZAŃSKI, P. SZULC

## TRANSGRESSIVE EFFECTS IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF F2 GENERATION OF MAIZE HYBRIDS

### Summary

The trials were carried out in 2005 and 2007 at the Experimental Station Swadzim (52°29' N, 16°46' E) of the University of Life Sciences in Poznan. The goal of two-factorial trials was to evaluate a decrease in yields of protein and energy from cultivation F2 generation of maize hybrids. The decrease in protein yield in raw material for ensiling obtained from F2 maize generation depended on vegetation conditions and the cultivar. Growing F2 generation depending on maize hybrid caused a decrease in protein yield from 99.8



kg·ha<sup>-1</sup> (San) to 172.5 kg·ha<sup>-1</sup> (Bzura). In the favorable season for maize growing, the average decrease for protein yield from whole plant amounted 186.7 kg·ha<sup>-1</sup>, i.e. 14.2%, while in the favorable season was lower, at 78.2 kg·ha<sup>-1</sup>, i.e. 4.6%. The net energy yield in F2 generation decreased from 12.3 GJ·ha<sup>-1</sup> (Bzura) to 22.0 kg·ha<sup>-1</sup> (San). Moreover, the raw material for ensiling made from the F2 generation maize hybrids was characterized by lower content of fat and NFE and higher content of protein, fiber and ash.

**Key words:** maize, hybrids, F2 generation, protein yield, energy yield

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 30.10.2013

Do cytowania – *For citation*:

Sulewska H., Szymańska G., Śmiatacz K., Sobieszczański R., Szulc P. 2013. Efekty transgre-sywnie w składzie chemicznym pokolenia F2 odmian mieszańcowych kukurydzy w uprawie na kiszonkę. *Fragm. Agron.* 30(4): 164–172.