

WPLYW WCZESNOŚCI ODMIANY NA SKŁAD CHEMICZNY I STRAWNOŚĆ ZIARNA KUKURYDZY

Lucyna Podkówka¹, Zbigniew Podkówka¹, Dariusz Piwczyński²,
Małgorzata Buko³

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt,
ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

¹Katedra Hodowli Bydła i Żywnienia Zwierząt

²Zakład Genetyki i Podstaw Hodowli Zwierząt

³Laboratorium Wydziałowe

Przeprowadzono doświadczenie na 48 odmianach kukurydzy (7 wczesnych, 28 średnio-wczesnych i 13 średniopóźnych) w jednolitych warunkach uprawowych. Oznaczono podstawowy skład chemiczny ziarna i zawartość skrobi oraz określono strawność substancji organicznej metodą in vitro. Obliczono wartość energetyczną ziarna w żywieniu drobiu. Mieszance zaliczane do odmian wczesnych są bardziej odpowiednie do uprawy z uwagi na lepszy skład chemiczny i potencjalnie wyższą wartość energetyczną. Odmiany te zawierają więcej suchej masy, białka i skrobi niż późniejsze, przy jednocześnie niższym poziomie włókna surowego. Wśród tych odmian najwyższym poziomem białka ogólnego charakteryzowała się odmiana Cadwell, jednak przy istotnie niższym poziomie skrobi. Odmiana Silas natomiast, mimo istotnie niższego poziomu białka, wykazywała niską zawartość włókna, przy jednocześnie wysokiej strawności substancji organicznej (88,61%), ilości skrobi powyżej 71%, oraz najwyższej ilości BNW (81,17% w suchej masie).

Słowa kluczowe: ziarno kukurydzy, wczesność odmiany, skład chemiczny, strawność substancji organicznej

Ziarno kukurydzy należy do ważnych zbóż paszowych na świecie. Jest paszą o najwyższej koncentracji składników pokarmowych, wykorzystywaną przede wszystkim w żywieniu drobiu oraz do produkcji mieszanek treściwych. Spośród ziaren zbóż stosowanych w żywieniu zwierząt monogastrycznych ma najmniejszą ilość polisacharydów nieskrobiowych (pentozanów, β -glukanów, kwasów uronowych), przy najwyższym poziomie energii metabolicznej i wysokiej strawności (Brzóska, 2001; Dymnicka i Sokół, 2001; Korniewicz i in., 2000; Sokół, 2013).

Oprócz czynników agrotechnicznych, do których zaliczyć możemy kompleks glebowy, stanowisko, termin siewu i nawożenie, oraz klimatycznych, bardzo istotny jest

dobór odmiany. Jak podaje Adamczyk (2001), agrotechnika w 40%, a właściwie dobrana odmiana w 30% wpływają na sukces w powodzeniu uprawy kukurydzy.

Wybór odmiany uwarunkowany jest z konkretną lokalizacją uprawy i związanym z nią czynnikiem sumy temperatur, dlatego ważne jest stosowanie mieszańców o odpowiedniej wczesności dojrzwania. W warunkach Polski, posługując się liczbą FAO, można podzielić odmiany kukurydzy na trzy umowne klasy wczesności: wczesne (FAO do 220), średniowczesne (FAO 230-250) i średniopóźne (FAO 260-290) (Michalski, 2001). Adamczyk (2001) oraz Dubas i Gładysiak (1997) podają, że grupy średniowczesne ograniczają się od FAO 230 do 240, a odmiany średniopóźne określane są już od FAO 250. Odmiany późne (FAO powyżej 300) w zasadzie nie nadają się do uprawy w Polsce, ze względu że z reguły nie wykształcają odpowiednio rozwiniętych kolb.

Celem podjętych badań było porównanie podstawowego składu chemicznego i zawartości skrobi oraz strawności substancji organicznej i poziomu energii ziarna różnych odmian kukurydzy, w zależności od wczesności dojrzwania, określanej liczbą FAO. Założono, że w aspekcie paszowym odmiany wczesne są korzystniejsze. Badania miały pomóc w wyborze najlepszych odmian w tej grupie.

Material i metody

Doświadczenie uprawowe przeprowadzono w 2008 roku w gospodarstwie rolnym (53°32'22"N, 17°44'34"E), położonym w województwie kujawsko-pomorskim.

Materiał badawczy stanowiło 48 mieszańców kukurydzy. Każdy mieszaniec był uprawiany na powierzchni 20 arów, po osiem rzędów z każdej odmiany. Warunki glebowe i agrotechniczne dla wszystkich ocenianych mieszańców były zbliżone. Gleba pod uprawę sklasyfikowana była w klasie IV. Przedplonem była kukurydza na kiszonkę, po zbiorze kukurydzy wysiano międzyplon – żyto ozime. Wiosną zastosowano nawożenie obornikiem w dawce $30 \text{ t} \times \text{ha}^{-1}$, z równoczesną orką. Zastosowano agregat uprawowy bezpośrednio przed siewem kukurydzy. Kukurydżę wysiano 25 kwietnia w ilości $85 \text{ 000 nasion} \times \text{ha}^{-1}$, przy rozstawie międzyrzędzi 75 cm. Wraz z siewem kukurydzy z aplikatorem zastosowano nawożenie fosforowo-potasowe – Emira Corn 6-20-28 w dawce $300 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1}$. Bezpośrednio po siewie zastosowano preparaty zwalczające chwasty: Maizine $3 \text{ l} \times \text{ha}^{-1}$ + Trophy $2,5 \text{ l} \times \text{ha}^{-1}$ + Olejarz $1,5 \text{ l} \times \text{ha}^{-1}$. Pod koniec maja zastosowano nawożenie pogłównie (rzutowo) – Canwil 27N w dawce $300 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1}$. Nawożenie dolistne wynosiło: mocznik $10 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1}$ + siarczan magnezu $7,5 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1}$ + Symfonia (zawierająca cynk) $1 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1}$.

W 169. dniu wegetacji zebrano z każdej odmiany po 12 kolb. Zbierano je po trzy sztuki w drugim, czwartym, piątym i siódmym rzędzie (na początku, w środku i na końcu rzędu). Oddzielone ziarno z trzech kolb z każdego rzędu zsypywano razem, tworząc próbę zbiorczą. Tak uzyskany materiał mielono na młynku Tecator (rozdrobienie 0,5 mm).

Próby poddano analizom w Laboratorium Zakładu Żywnienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt na zawartość podstawowych składników pokarmowych (analiza weendeńska) oraz skrobi (metoda polarymetrycz-

na AOAC 1995). Określono rozkład substancji organicznej *in vitro* z wykorzystaniem aparatu Daisy^{II}Incubator (Dowman i Collins, 1982, zmod.).

Wyniki analiz składu chemicznego posłużyły do obliczenia wartości energetycznej ziarna poszczególnych mieszańców w żywieniu drobiu. Posłużono się współczynnikami strawności podanymi w Normach żywienia drobiu (Smulikowska i Rutkowski, 2005).

Mieszańce kukurydzy podzielono według wczesności, posługując się liczbą FAO, tworząc trzy grupy: mieszańce wczesne (FAO 200-210) – 7 odmian, średniowczesne (FAO 220-240) – 28 odmian oraz średniopóźne (FAO 245-280) – 13 odmian. W doświadczeniu wykorzystano następujące odmiany:

Nazwa	FAO	Typ mieszańca	Dostawca
1	2	3	4
Baltis	200	wczesny	HAGE Polska
Cadwell	200	wczesny	HAGE Polska
Akeri	210	wczesny	Cosade
Claudia	210	wczesny	HR Smolice
Marzenie	210	wczesny	HAGE Polska
Silas	210	wczesny	KWS
Sunday	210	wczesny	Saaten Union
Almansa	220	średniowczesny	Oseva Polska
Arabica	220	średniowczesny	HAGE Polska
Bellevue	220	średniowczesny	KWS
Cabrio	220	średniowczesny	Saaten Union
Moschus	220	średniowczesny	Oseva Polska
Silvestre	220	średniowczesny	KWS
Support	220	średniowczesny	Saaten Union
System	220	średniowczesny	Saaten Union
Alombo	230	średniowczesny	Oseva Polska
Amadeo	230	średniowczesny	KWS
Bielik	230	średniowczesny	HR Smolice
Culti	230	średniowczesny	Cosade
Es Limes	230	średniowczesny	HAGE Polska
Kosmo 230	230	średniowczesny	HR Kobierzyce
Reduta	230	średniowczesny	HR Smolice
Rota	230	średniowczesny	Saaten Union
Salgado	230	średniowczesny	KWS
SMH220(13)	230	średniowczesny	HR Smolice
SMH220(17)	230	średniowczesny	HR Smolice
SMH220(21)	230	średniowczesny	HR Smolice
Sunaro	230	średniowczesny	HR Kobierzyce
Tur	230	średniowczesny	HR Smolice
Eurostar	240	średniowczesny	HAGE Polska
LG 3232	240	średniowczesny	Limagrain Polska
Opoka (13)	240	średniowczesny	HR Smolice
Opoka (17)	240	średniowczesny	HR Smolice
Opoka (21)	240	średniowczesny	HR Smolice
San	240	średniowczesny	HR Smolice

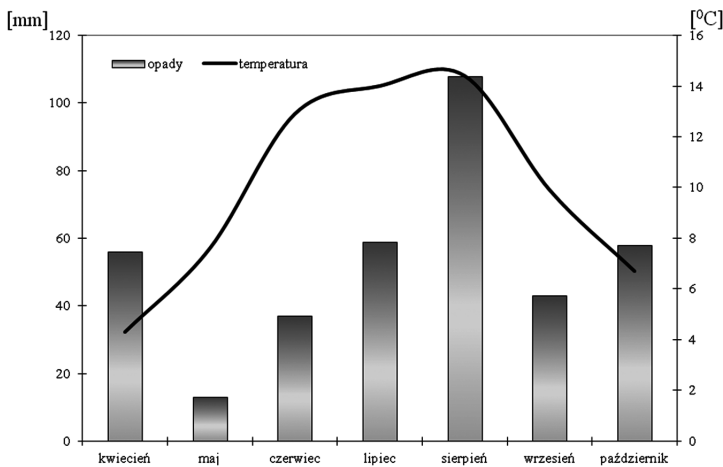
1	2	3	4
Celive	245	średniopóźny	Oseva Polska
Cemax	245	średniopóźny	Oseva Polska
Cyrkon	250	średniopóźny	HR Kobierzyce
Es Paroli	250	średniopóźny	HAGE Polska
LG 3252	250	średniopóźny	Limagrain Polska
Subito	250	średniopóźny	Saaten Union
LG 3285	260	średniopóźny	Limagrain Polska
Valentina	260	średniopóźny	Oseva Polska
Verri	260	średniopóźny	Cosade
KB 2704	270	średniopóźny	HR Kobierzyce
Król	270	średniopóźny	HR Kobierzyce
Suanito	270	średniopóźny	Saaten Union
Codisil	280	średniopóźny	Cosade

Zebrany materiał liczbowy opracowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji. Metodę tę wykorzystano w celu porównania: klas dojrzenia oraz poszczególnych odmian w obrębie klas dojrzenia w zakresie kontrolowanych cech kukurydzy.

Istotność różnic między porównywanymi grupami (klasy dojrzenia, odmiany) ustalono za pomocą testu Duncana. Analizę statystyczną wykonano za pomocą procedury ANOVA pakietu statystycznego SAS 9.4 (SAS STAT 2014).

Wyniki

Średnia roczna temperatura dobowa w rejonie przeprowadzanych badań wynosiła $6,4^{\circ}\text{C}$, natomiast suma opadów rocznych 550 mm (rys. 1). Odnotowano małą ilość opadów w maju, natomiast sierpień w roku badań charakteryzował się dużą ich ilością. Zakres temperatur mieścił się w typowym dla tego rejonu zakresie.



Rysunek 1. Rozkład opadów i temperatur dobowych w czasie sezonu wegetacyjnego
Figure 1. Distribution of precipitation and daily temperatures during the growing season

Tabela 1. Zawartość składników pokarmowych (% s.m.), energia metaboliczna ($\text{MJ} \times \text{kg}^{-1}$ s.m.) oraz strawność substancji organicznej (%) ziarna wczesnych (FAO 200-210) odmian kukurydzy

Odmiana Variety	Sucha masa Dry matter	Popiół surowy Crude ash	Białko ogólne Crude protein	Thuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	BAW NFE	Skrobia Starch	EM drób Poultry ME	Strawność SO OM digestibility
Akeri	51,84 A	1,45 AB	10,87 A	3,52 B	3,43 A	80,74 A	72,88 A	14,04 B	88,93 A
SEM	1,92	0,03	0,41	0,19	0,23	0,51	0,40	0,06	0,71
Baltis	50,61 A	1,38 B	11,42 A	4,39 A	2,78 B	80,04 AB	72,10 A	14,29 A	88,75 A
SEM	2,96	0,06	0,33	0,11	0,13	0,47	0,60	0,03	0,89
Cadwell	51,34 A	1,52 AB	12,28 Aa	4,33 A	3,57 A	78,30 B	67,80 B	14,43 A	85,27 B
SEM	1,30	0,05	0,44	0,07	0,05	0,53	0,83	0,01	0,55
Claudia	50,97 A	1,59 AB	11,37 A	4,73 A	3,38 A	78,94 AB	71,71 A	14,31 A	86,38 AB
SEM	1,60	0,06	0,41	0,29	0,20	0,38	0,60	0,13	0,49
Marzenie	48,46 Ab	1,68 A	11,40 A	4,60 A	2,65 B	79,68 AB	72,05 A	14,34 A	86,00 AB
SEM	2,90	0,02	0,42	0,08	0,06	0,38	0,17	0,05	1,19
Silas	56,29 Aa	1,51 AB	10,31 Ab	4,32 A	2,68 B	81,17 A	71,02 A	14,56 A	88,61 A
SEM	0,75	0,13	0,60	0,12	0,14	0,80	0,81	0,06	0,66
Sunday	51,92 A	1,49 AB	11,18 A	4,46 A	2,63 B	80,25 AB	71,67 A	14,33 A	87,96 AB
SEM	1,47	0,02	0,50	0,05	0,06	0,52	0,37	0,01	0,67

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie przy $P \leq 0,01$ (A, B) i przy $P \leq 0,05$ (a, b).
Means in columns with the same letters are not significantly different at $P \leq 0,01$ (A, B) and $P \leq 0,05$ (a, b).

Tabela 2. Zawartość składników pokarmowych (% s.m.), energii metabolicznej ($\text{MJ} \times \text{kg}^{-1}$ s.m.) i strawność substancji organicznej (% z ziarna średniowiecznych odmian kukurydzy).
 .FAO 220-240) odmian kukurydzy
 and organic matter digestibility (% of medium early (FAO 220-240) maize varieties

Odmiana Variety	Sucha masa Dry matter	Popiół surowy Crude ash	Białko ogólne Crude protein	Thuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	BAW NFE	Skrobia Starch	EM drób Poultry ME	Strawność SO OM digestibility
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Almansa	51,10 abc	1,74 A	11,72 AB	4,56 AB	3,21 ABCDE	78,78 C	69,45 DEFGH	14,41 BCD	86,60 ABCD
SEM	1,24	0,04	0,23	0,09	0,05	0,36	0,35	0,02	0,60
Alombo	48,21 bc	1,57 ABC	11,68 AB	4,20 AB	3,22 ABCDE	79,33 ABC	70,29 BCDEFGH	14,28 CDEF	87,19 ABC
SEM	2,08	0,04	0,29	0,24	0,36	0,58	0,65	0,05	0,73
Amadeo	54,02 a	1,43 BCD	9,95 BC	3,88 AB	3,25 ABCDE	81,49 AB	71,94 ABCDE	14,39 BCDE	88,32 AB
SEM	1,12	0,03	0,17	0,09	0,08	0,16	0,36	0,01	0,23
Arabica	50,92 abc	1,44 BCD	10,58 ABC	4,11 AB	3,11 ABCDE	80,77 ABC	72,42 ABC	14,24 CDEF	88,11 AB
SEM	1,25	0,04	0,47	0,19	0,14	0,51	0,57	0,05	0,63
Bellevue	52,77 ab	1,44 BCD	10,26 ABC	4,33 AB	3,14 ABCDE	80,83 ABC	71,53 ABCDEF	14,37 BCDE	86,18 ABCD
SEM	1,30	0,08	0,61	0,13	0,11	0,72	0,59	0,02	0,30
Bielik	49,33 abc	1,27 D	10,81 ABC	4,58 AB	2,89 BCDE	80,46 ABC	72,22 ABCD	14,27 CDEF	84,40 ABCD
SEM	1,39	0,02	0,09	0,22	0,18	0,15	0,58	0,07	0,54
Cabrio	47,63 c	1,42 BCD	10,90 ABC	4,23 AB	3,28 ABCDE	80,18 ABC	73,60 A	14,12 EF	89,67 A
SEM	1,95	0,07	0,07	0,22	0,12	0,07	0,46	0,07	0,68
Culti	50,74 abc	1,50 ABCD	10,55 ABC	3,68 B	3,23 ABCDE	81,05 ABC	73,59 A	14,03 F	85,66 ABCD
SEM	1,04	0,04	0,44	0,08	0,21	0,34	0,45	0,04	0,46
Es Limes	50,49 abc	1,58 ABC	11,01 ABC	4,71 AB	3,86 A	78,84 C	68,69 FGH	14,40 BCD	83,63 ABCD
SEM	2,43	0,03	0,56	0,60	0,04	0,24	0,26	0,11	0,96
Eurostar	50,84 abc	1,48 BCD	11,43 AB	4,81 AB	3,52 AB	78,76 C	68,13 GH	14,46 BC	84,69 ABCD
SEM	1,03	0,06	0,87	0,14	0,27	0,56	0,12	0,02	1,07
Kosmo 230	49,15 abc	1,55 ABC	11,68 AB	4,08 AB	2,73 DE	79,97 ABC	72,07 ABCDE	14,26 CDEF	89,51 A
SEM	0,69	0,06	0,40	0,13	0,13	0,61	0,12	0,03	0,36
LG 3232	52,31 abc	1,40 BCD	10,07 ABC	3,95 AB	3,40 ABCD	81,17 ABC	70,98 ABCDEFGH	14,36 CDE	80,70 DE
SEM	1,15	0,06	0,75	0,19	0,11	0,73	0,47	0,06	3,83

Moschus	50,40 abc	1,45B CD	12,16 A	4,45 AB	3,16 ABCDE	78,79 C	68,04 H	14,50 BC	77,41 E
SEM	1,71	0,01	0,21	0,42	0,19	0,43	0,09	0,07	3,15
Opoka (13)	52,47 abc	1,41 BCD	11,12 ABC	4,46 AB	3,44 ABCD	79,57 ABC	68,72 FGH	14,63 AB	85,03 ABCD
SEM	0,56	0,06	0,32	0,18	0,29	0,78	0,55	0,06	0,44
Opoka (17)	47,69 c	1,43 BCD	11,74 AB	4,52 AB	3,15 ABCDE	79,17 ABC	72,87 AB	14,18 DEF	84,69 ABCD
SEM	1,33	0,06	0,33	0,23	0,21	0,65	0,49	0,02	0,61
Opoka (21)	51,47 abc	1,44 BCD	11,62 AB	4,61 AB	3,19 ABCDE	79,15 BC	70,22 BCDEFGH	14,51 BC	85,74 ABCD
SEM	0,72	0,05	0,15	0,17	0,04	0,29	0,74	0,08	0,83
Reduta	51,43 abc	1,50 ABCD	10,43 ABC	4,70 AB	3,33 ABCD	80,04 ABC	69,96 BCDEFGH	14,47 BC	86,28 ABCD
SEM	0,73	0,09	0,94	0,27	0,11	1,24	1,90	0,08	0,54
Rota	51,67 abc	1,45 BCD	10,84 ABC	4,72 AB	2,55 E	80,45 ABC	71,83 ABCDE	14,34 CDE	88,12 AB
SEM	1,77	0,02	0,58	0,04	0,06	0,51	0,56	0,01	0,60
Salgado	53,25 a	1,41 BCD	9,06 C	4,54 AB	3,20 ABCDE	81,79 A	72,04 ABCDE	14,42 BCD	86,07 ABCD
SEM	2,52	0,06	0,37	0,16	0,28	0,57	0,69	0,03	1,64
San	51,70 abc	1,48 BCD	11,63 AB	4,49 AB	3,26 ABCDE	79,15 BC	70,60 BCDEFGH	14,28 CDEF	87,73 AB
SEM	2,06	0,05	0,48	0,25	0,25	0,55	0,66	0,11	0,41
Silvestre	52,42 abc	1,49 BCD	10,90 ABC	4,52 AB	3,45 ABCD	79,63 ABC	70,48 BCDEFGH	14,31 CDE	86,56 ABCD
SEM	0,72	0,08	0,46	0,08	0,06	0,56	0,23	0,05	0,52
SMH220(13)	52,41 abc	1,41 BCD	10,80 ABC	4,74 AB	3,51 ABC	79,54 ABC	69,88 CDEFGH	14,50 BC	85,27 ABCD
SEM	0,67	0,08	0,44	0,36	0,24	0,63	0,80	0,07	0,56
SMH220(17)	53,48 a	1,58 ABC	11,25 AB	4,87 A	2,74 CDE	79,55 ABC	71,55 ABCDEF	14,41 BCD	86,14 ABCD
SEM	0,49	0,13	0,22	0,28	0,08	0,52	0,36	0,05	1,35
SMH220(21)	49,94 abc	1,65 AB	11,41 AB	4,97 A	3,11 ABCDE	78,87 BC	70,49 BCDEFGH	14,51B C	82,49 BCDE
SEM	1,57	0,06	0,17	0,56	0,16	0,64	1,05	0,12	3,41
Sunaro	49,09 abc	1,44 BCD	10,99 ABC	4,10 AB	2,90 BCDE	80,57 ABC	71,35 ABCDEF	14,25 CDEF	86,03 ABCD
SEM	1,25	0,03	0,50	0,22	0,10	0,49	0,85	0,05	1,79
Support	51,44 abc	1,55 ABC	11,39 AB	4,14 AB	3,34 ABCD	79,58 ABC	70,41 BCDEFGH	14,41 BCD	81,24 CDE
SEM	2,07	0,06	0,17	0,11	0,12	0,23	0,17	0,03	2,22
System	50,35 abc	1,36 CD	10,28 ABC	4,27 AB	3,14 ABCDE	80,95 ABC	71,18 ABCDEF	14,43 BCD	87,53 ABC
SEM	1,55	0,04	0,61	0,16	0,04	0,66	0,64	0,03	1,15

cd. tab. 2 – table 2 contd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tur	53,53 a	1,34 CD	11,13 ABC	4,61 AB	3,13 ABCDE	79,78 ABC	69,13 EFGH	14,78 A	86,54 ABCD
SEM	0,54	0,05	0,65	0,35	0,17	0,98	0,79	0,07	0,37

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie przy $P \leq 0,01$ (A, B) i przy $P \leq 0,05$ (a, b).
Means in columns with the same letters are not significantly different at $P \leq 0,01$ (A, B) and $P \leq 0,05$ (a, b).

Tabela 3. Zawartość składników pokarmowych (% s.m.), energii metabolicznej ($\text{MJ} \times \text{kg}^{-1}$ s.m.) i strawność substancji organicznej (%) ziarna średniopóźnych (FAO 245-280) odmian kukurydzy

Odmiana Variety	Sucha masa Dry matter	Popiół surowy Crude ash	Białko ogólne Crude protein	Thuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	BAW NFE	Skrobia Starch	EM drób Poultry ME	Strawność SO OM digestibility
Celive	47,86 A	1,40 BC	10,77 ABC	4,08 ABC	3,08 ABC	80,68 ABCD	71,56 AB	14,15 ABC	86,65 ABCD
SEM	1,41	0,09	0,66	0,22	0,25	0,65	0,47	0,08	0,76
Cemax	45,71 A	1,64 AB	11,66 ABC	3,91 ABC	3,17 ABC	79,62 BCDE	70,02 BCDE	14,06 ABC	89,22 AB
SEM	2,39	0,04	0,30	0,31	0,11	0,34	0,55	0,08	0,38
Codisil	46,39 A	1,37 BC	9,68 C	3,80 BC	2,62 C	82,53 A	72,29 AB	14,38 A	88,13 ABC
SEM	0,92	0,07	0,56	0,28	0,25	0,42	0,92	0,07	0,32
Cyrkon	49,26 A	1,77 A	12,70 A	3,77 BC	3,75 AB	78,01 E	67,58 E	14,30 AB	84,48 CD
SEM	1,33	0,03	0,24	0,28	0,35	0,33	0,49	0,04	0,75
Es Paroli	49,14 A	1,63 AB	11,37 ABC	4,98 A	3,67 AB	78,36 DE	68,37 CDE	14,39 A	85,48 BCD
SEM	2,41	0,06	0,30	0,46	0,15	0,36	0,17	0,13	0,87
KB 2704	44,07 Ab	1,58 ABC	11,96 AB	3,63 BC	3,74 AB	79,09 CDE	68,57 CDE	13,94 C	85,84 ABCD
SEM	2,08	0,02	0,60	0,36	0,15	0,79	0,76	0,07	0,76
Król	44,91 A	1,58 ABC	11,63 ABC	3,91 ABC	2,92 BC	79,96 BCDE	72,29 AB	14,11 ABC	89,71 A
SEM	2,14	0,04	0,50	0,32	0,21	0,39	0,42	0,12	0,32
LG 3252	47,70 A	1,54 ABC	10,67 ABC	4,02 ABC	2,92 BC	80,84 ABC	70,75 BCD	14,31 AB	87,28 ABCD
SEM	2,35	0,07	0,28	0,19	0,17	0,30	0,52	0,07	0,21
LG 3285	47,89 A	1,40 BC	10,63 ABC	3,69 BC	3,95 A	80,33 ABCDE	68,27 DE	14,23 ABC	80,77 E
SEM	1,90	0,07	0,79	0,18	0,21	0,81	0,88	0,08	2,06
Suanito	47,99 A	1,35 BC	10,34 BC	3,37 C	3,81 AB	81,13 ABC	70,95 ABC	14,28 ABC	86,20 ABCD
SEM	1,90	0,10	0,47	0,08	0,23	0,51	0,48	0,05	0,74
Subito	51,61 Aa	1,30 C	11,93 AB	4,64 AB	3,00 ABC	79,13 CDE	69,73 BCDE	14,26 ABC	83,89 DE
SEM	0,35	0,05	0,39	0,12	0,27	0,71	0,35	0,04	0,42
Valentina	46,37 A	1,46 BC	11,91 AB	4,03 ABC	2,90 BC	79,70 BCDE	69,96 BCDE	14,16 ABC	86,07 ABCD
SEM	0,68	0,14	0,46	0,08	0,29	0,67	0,96	0,04	1,73
Verri	46,50 A	1,45 BC	9,98 BC	3,47 C	3,40 ABC	81,72 AB	73,40 A	14,03 BC	86,21 ABCD
SEM	1,08	0,04	0,16	0,20	0,19	0,23	0,18	0,08	0,59

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie przy $P \leq 0,01$ (A, B) i przy $P \leq 0,05$ (a, b). Means in columns with the same letters are not significantly different at $P \leq 0,01$ (A, B) and $P \leq 0,05$ (a, b).

Tabela 4, Zawartość składników pokarmowych (% s, m.) i energii ($\text{MJ} \times \text{kg}^{-1}$ s, m.) oraz strawność ziarna kukurydzy (%) w zależności od klasy wczesności
 Table 4, Nutrient (% d.m.) and energy ($\text{MJ} \times \text{kg}^{-1}$ d.m.) content and maize grain digestibility (%) depending on earliness class

Odmiana Variety	Sucha masa Dry matter	Popiół surowy Crude ash	Białko ogólne Crude protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	BAW NFE	Skrobia Starch	EM drób Poultry ME	Strawność SO OM digestibility
Wczesne	51,63 A	1,52 A	11,26 A	4,34 A	3,02 B	79,87 A	71,3 Aa	14,32 A	87,41 A
Early									
SEM	0,79	0,03	0,18	0,09	0,09	0,25	0,35	0,04	0,33
<i>Minimum</i>	48,46	1,38	10,31	3,52	2,63	78,30	67,80	14,04	85,27
<i>Maximum</i>	56,29	1,68	12,28	4,73	3,57	81,17	72,88	14,56	88,93
CV	7,72	9,69	8,67	10,46	15,49	1,66	2,61	1,259	2,84
P	*	**	*	**	**	**	**	**	**
Średniowczesne	51,08 A	1,47 A	10,98 A	4,42 A	3,19 AB	79,93 A	70,84 A	14,37 A	85,63 B
Medium early									
SEM	0,29	0,01	0,10	0,05	0,04	0,13	0,18	0,02	0,31
<i>Minimum</i>	47,63	1,27	9,06	3,68	2,55	78,78	68,14	14,03	77,41
<i>Maximum</i>	54,02	1,74	12,16	4,97	3,86	81,79	73,60	14,78	89,67
CV	5,63	9,49	9,60	12,36	12,47	1,68	2,66	1,28	5,41
P	*	**	**	**	**	**	**	**	**
Średniopóźne	47,34 B	1,50 A	11,17 A	3,95 B	3,30 A	80,08 A	70,29 Ab	14,20 B	86,15 AB
Medium late									
SEM	0,50	0,03	0,17	0,09	0,08	0,22	0,28	0,03	0,33
<i>Minimum</i>	44,07	1,30	9,68	3,37	2,62	78,01	67,58	13,94	80,77
<i>Maximum</i>	51,61	1,77	12,70	4,98	3,95	82,53	73,40	14,38	89,71
CV	7,36	12,17	10,73	15,93	17,54	1,96	2,89	1,33	3,87
P	*	**	**	**	**	**	**	**	**

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie przy $P \leq 0,01$ (A, B) i przy $P \leq 0,05$ (a, b).

Istotność różnic wewnątrz grup wczesności zaznaczono gwiazdkami * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$.

Means in columns with the same letters are not significantly different at $P \leq 0,01$ (A, B) and $P \leq 0,05$ (a, b).

Significant differences within earliness groups are marked with an asterisk * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$.

Określono koncentrację składników pokarmowych w suchej masie ziarna, poziom energii metabolicznej obliczanej dla drobiu oraz strawność substancji organicznej poszczególnych odmian kukurydzy. Wyniki dotyczące odmian wczesnych zawarto w tabeli 1, średniowczesnych w tabeli 2, a średniopóźnych w tabeli 3. Porównano badane parametry pomiędzy ocenianymi klasami wczesności (tab. 4).

Poziom suchej masy w ziarnie wszystkich badanych odmian zawierał się w przedziale od 44,07 do 56,29%. Istotnie wyższą ($P \leq 0,01$) zawartością suchej masy charakteryzowały się odmiany wczesne i średniowczesne w porównaniu do odmian średniopóźnych (tab. 4).

Stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy zawartością suchej masy wczesnych odmian kukurydzy. Najwyższą zawartość tego składnika odnotowano dla odmiany Silas, a najniższą dla mieszańca Marzenie (tab. 1). Wśród odmian średniowczesnych istotnie wyższą ($P \leq 0,05$) zawartością suchej masy odznaczały się Amadeo, Opoka (17), SMH220 (17) i Tur. Najniższą zawartość tego składnika w tej grupie stwierdzono dla odmiany Cabrio (tab. 2). Średniopóźna odmiana Subito wykazywała istotnie wyższą zawartość suchej masy niż odmiana KB 2704 (tab. 3).

Nie odnotowano istotnych statystycznie różnic w zawartości popiołu surowego pomiędzy badanymi klasami wczesności. Istotnie wyższą zawartość tego składnika zanotowano wśród odmian wczesnych: dla odmiany Marzenie (tab. 1), wśród średniowczesnych – dla odmiany Almansa (tab. 2), a wśród średniopóźnych – dla Cyrkonu (tab. 3). Niższe istotnie poziomy popiołu w grupach wczesności uzyskano odpowiednio dla odmian Baltis (wczesna), Bielik (średniowczesna) oraz Subito (średniopóźna).

Zawartość białka ogólnego w przeliczeniu na suchą masę kształtowała się we wszystkich grupach wczesności na zbliżonym poziomie wynoszącym około 11% (tab. 4). Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości tego składnika pomiędzy badanymi grupami wczesności. Odnotowano natomiast różnice wewnątrz grup w poziomie białka surowego. Wśród odmian wczesnych kukurydzy najwyższą zawartością charakteryzował się Cadwell, zaś najniższą Silas (tab. 1). W grupie odmian średniowczesnych najwięcej tego składnika wykazywał Moschus, a najmniej Salgado (tab. 2). Natomiast odmianą średniopóźną bogatszą w białko okazał się Cyrkon w przeciwieństwie do Codisilu, dla którego odnotowano najmniej protein, spośród odmian ocenianych w tej grupie (tab. 3).

Porównanie zawartości tłuszczu w ziarnie badanych odmian kukurydzy wykazało jego wysoko istotnie niższy poziom w suchej masie odmian średniopóźnych (tab. 4). Analizując odmiany wewnątrz grup wczesności stwierdzono istotnie niższą zawartość tłuszczu w ziarniakach odmiany Akeri w porównaniu do pozostałych odmian wczesnych (tab. 1). Odmiana Culti w grupie odmian średniowczesnych wykazywała niższy poziom tłuszczu w porównaniu do odmian SMH 220, dla których odnotowano jego wyższe ilości (tab. 2). Wśród odmian średniopóźnych (tab. 3) najniższy poziom tłuszczu stwierdzono dla odmian Verri i Suanito, zaś najwyższy dla Es Paroli.

Oceniając włókno surowe w suchej masie ziarna, stwierdzono najniższą jego zawartość w odmianach wczesnych, a najwyższą w grupie odmian średniopóźnych (tab. 4). Najwyższe ilości tego składnika odnotowano dla odmian Akeri, Cadwell

i Claudia (grupa odmian wczesnych), dla odmiany Es Limes (średniowczesna) oraz dla odmiany LG 3285 (średniopóźna – najwyższa zawartość włókna surowego w suchej masie wśród wszystkich ocenianych odmian).

Poziom węglowodanów łatwostrawnych identyfikowanych w analizie podstawowej jako związki bezazotowe wyciągowe (BNW) nie wykazywał różnic pomiędzy grupami wczesności badanych odmian. Wystąpiły natomiast różnice wewnątrz ocenianych grup pomiędzy poszczególnymi odmianami kukurydzy. W grupie odmian wczesnych (tab. 1) istotnie wyższymi poziomami BNW odznaczały się odmiany Akeri i Silas, w przeciwieństwie do odmiany Cadwell, dla której odnotowano istotnie niższy poziom tego składnika. Wśród odmian średniowczesnych (tab. 2) najwyższą zawartość cukrów łatwostrawnych stwierdzono dla odmiany Salgado, niższymi poziomami charakteryzowały się odmiany Almansa, Es Limes, Eurostar i Moschus. Średniopóźna odmiana Codisil (tab. 3) wykazywała wyższą zawartość BNW w porównaniu do odmiany Cyrkon ocenianej w tej grupie.

Analizując węglowodany strawne oprócz poziomu związków bezazotowych wyciągowych ocenie poddano również zawartość skrobi w ziarniakach. Istotnie wyższy poziom skrobi wykazywały odmiany wczesne (średnio ponad 71% w suchej masie) (tab. 4). Spośród badanych odmian wczesnych (tab. 1) tylko ziarno odmiany Cadwell wykazywało istotnie niższy poziom skrobi (67,8%). Odmianami średniowczesnymi o wysokiej zawartości tego składnika okazały się Cabrio i Culti (tab. 2), natomiast Moschus wykazywał istotnie niższy jego poziom. Odmianą średniopóźną o istotnie wysokim poziomie skrobi okazała się Verri (tab. 3), przy odnotowanym w tej grupie najniższym poziomie tej frakcji węglowodanów dla odmiany Cyrkon.

Nie odnotowano różnic w poziomie energii metabolicznej określanej dla drobiu pomiędzy grupą odmian wczesnych i średniowczesnych. Stwierdzono natomiast istotnie niższy jej poziom dla grupy odmian średniopóźnych w porównaniu do pozostałych ocenianych grup (tab. 4). Odmiany wczesne wykazywały wysoką zawartość energii metabolicznej (EM_D), na poziomie $14,32 \text{ MJ} \times \text{kg}^{-1}$ suchej masy. Jedynie dla odmiany Akeri stwierdzono istotnie niższy poziom EM (tab. 1). W grupie odmian średniowczesnych (jak i wśród wszystkich ocenianych), najwyższy poziom energii wykazywało ziarno odmiany Tur ($14,78 \text{ MJ} \times \text{kg}^{-1}$ suchej masy), zaś najniższy odmiany Culti (tab. 2). Najniższą zawartość energii określono dla odmiany średniopóźnej KB 2704 (tab. 3). Wśród odmian średniopóźnych najwyższy poziom energii wykazywały odmiany Es Paroli i Codisil.

Odmiany wczesne odznaczały się wysoko istotnie wyższą strawnością substancji organicznej (SO) w porównaniu do grup odmian średniowczesnych i średniopóźnych (tab. 4). Najwyższe poziomy strawności odnotowano dla wczesnych odmian Akeri, Baltis i Silas. Odmiana Cadwell charakteryzowała się niższym poziomem strawności masy organicznej (tab. 1). Odmianami średniowczesnymi o wysokim poziomie strawności SO okazały się Cabrio i Kosmo 230, natomiast Moschus wykazywał istotnie niższy jej poziom (tab. 2). Najwyższą strawność w grupie odmian średniopóźnych (tab. 3) określono dla odmiany Król, w porównaniu do LG 3285, która wykazywała istotnie niższy jej poziom.

Omówienie wyników

Poziom suchej masy w ziarnie jest jednym z ważniejszych parametrów, dotyczy bowiem koncentracji składników odżywczych, a w konsekwencji związany jest także z kosztami ewentualnego dosuszania ziarna. Ziarno mieszańców wczesnych i średniowczesnych zawierało istotnie więcej tego składnika w porównaniu z ziarnem mieszańców średniopóźnych. Podobną zależność odnotowano w badaniach Korniewicza i in. (2000), w których stwierdzono istotnie wyższy poziom suchej masy w ziarnie mieszańców wczesnych w porównaniu do odmian średniopóźnych.

Uzyskane wyniki zawartości białka ogólnego w ziarniakach kukurydzy są o 0,8–1,4 punktu procentowego wyższe od podawanych przez Korniewicza i in. (2000). Nie potwierdziły się również rezultaty poziomu tego składnika w odmianach średniopóźnych, który w badaniach tych autorów wykazywał niższe wartości w porównaniu z odmianami o mniejszej liczbie FAO. Ponadto dane wykazywane w normach (Smulikowska i Rutkowski, 2005; Grela i Skomiał, 2014; Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz krajowych, 2010) zawierają niższe wartości koncentracji białka w ziarnie kukurydzy. Świadczyć to może o wyższym jego poziomie w nowych odmianach stosowanych w uprawie.

Istotnie niższy poziom tłuszczu stwierdzony w odmianach średniopóźnych nie znalazł potwierdzenia w badaniach Korniewicza i in. (2000), w których nie stwierdzono zależności poziomu tego składnika od stopnia wczesności. Również dane podawane przez autorów norm (Grela i Skomiał, 2014; Smulikowska i Rutkowski, 2005; Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz krajowych, 2010) wykazywały wyższe wartości tego składnika niż uzyskane w badaniach własnych autorów.

Badane odmiany wykazywały wyższy poziom włókna surowego wraz z rosnącą liczbą FAO – najwięcej tego składnika odnotowano dla mieszańców średniopóźnych. W badaniach Korniewicza i in. (2000), przy podobnej liczebności odmian nie odnotowano tej tendencji, a istotnie wyższą jego koncentrację stwierdzono zarówno dla odmian średniopóźnych, jak i wczesnych (FAO 190-210).

Zbliżoną do wartości podawanych w literaturze (Tabele..., 2010) ilość związków bezazotowych wyciągowych odnotowano tylko dla odmian średniopóźnych, mieszańce wczesne i średniowczesne zawierały mniej tego składnika, niż podawane przez innych autorów (Korniewicz i in., 2000; Smulikowska i Rutkowski, 2005; Tabele..., 2010).

Istotny dla wykorzystania ziarna jest poziom jego strawności mierzony ilością strawnej substancji organicznej. Strawność substancji organicznej była istotnie wyższa u odmian wczesnych. Jednocześnie była ona od 1,6 (mieszańce wczesne) do 3,4 punktów procentowych (średniowczesne) niższa od podawanych przez autorów w Tabelach składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz krajowych (2010).

Wyniki uzyskane przez Korniewicza i in. (2000) wykazują wyższą zawartość skrobi w mieszańcach o liczbie FAO 190-210 (wczesnych) w porównaniu do odmian FAO 250-270 (średniopóźnych). Zależność tę potwierdzają przeprowadzone badania własne, w których odnotowano istotnie wyższy poziom skrobi dla mieszańców wczesnych w porównaniu do odmian średniopóźnych. Uzyskane wyniki zawartości skrobi

są wyższe od podawanych przez innych autorów (Grela i Skomiał, 2014; Michalski i in., 2003; Smulikowska i Rutkowski, 2005; Tabele..., 2010).

Korniewicz i in. (2000) podają, że wartość energetyczna ziarna w żywieniu drobiu różnych odmian kukurydzy nie była uzależniona od stopnia wczesności i wynosiła 15,89–15,93 MJ energii metabolicznej. Podobne wartości podają autorzy norm (Grela i Skomiał, 2014; Smulikowska i Rutkowski, 2005; Tabele..., 2010). Badania własne wykazały niższą wartość energetyczną ziarna w żywieniu drobiu, na poziomie od 14,2 (średniopóźne) do 14,37 MJ EM (średniowczesne), przy czym niższy poziom energii w mieszańcach średniopóźnych został potwierdzony statystycznie. Niższa koncentracja energii w ziarniakach wynikać mogła z niższego poziomu związków bezazotowych wyciągowych (cukrów rozpuszczalnych poza skrobią) i niższej strawności substancji organicznej.

Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować, że mieszańce zaliczane do odmian wczesnych są bardziej odpowiednie do uprawy z uwagi na lepszy skład chemiczny i potencjalnie wyższą wartość energetyczną. Odmiany te zawierają więcej suchej masy, białka i skrobi niż późniejsze, przy niższym poziomie włókna surowego. Wśród odmian wczesnych najwyższy poziom białka ogólnego stwierdzono w odmianie Cadwell, jednak przy istotnie niższym poziomie skrobi. Natomiast odmiana Silas mimo istotnie niższego poziomu białka, wykazywała niską zawartość włókna, przy jednocześnie wysokiej strawności substancji organicznej (88,61%), ilości skrobi powyżej 71%, oraz najwyższej ilości BNW (81,17% w suchej masie). Konieczne są dalsze badania w celu potwierdzenia powyższych wniosków.

Piśmiennictwo

- Adamczyk J. (2001). Znaczenie doboru odmian w uprawie kukurydzy na ziarno i kiszonkę, *Biul. Inf. IŻ*, R. XXXIX, 1: 29–35.
- AOAC (1995). *Official Methods of Analysis*, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, 16th edition.
- Brzówska F. (2001). Wartość pokarmowa pasz z kukurydzy, *Biuletyn Inf. IŻ*, R. XXXIX, 1: 37–48.
- Dowman M.G., Collins F.C. (1982). The use of enzymes to predict the digestibility of animal feeds. *J. Sci. Food Agric.*, 33: 689–696.
- Dubas A., Gładysiak S. (red.) (1997). *Szczegółowa uprawa roślin*, Wyd. AR Poznań, 245 ss.
- Dymnicka M., Sokół J.L. (red.) (2001). *Podstawy Żywienia Zwierząt*, Wyd. SGGW, Warszawa, 216 ss.
- Grela E.R., Skomiał J. (red.) (2014). *Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. Normy żywienia świń*, IF i ŻZ PAN Jabłonna k/Warszawy, 94 ss.
- Jeroch H., Lipiec A. (red.) (2012). *Pasze i dodatki paszowe*, 362 ss.
- Korniewicz A., Kosmała I., Czarnik Matusewicz H., Paleczek B. (2000). Zawartość podstawowych składników pokarmowych w ziarnie mieszańców kukurydzy, *Rocz. Nauk Zoot.* 27, 1: 289–303.
- Michalski T. (2001). Podstawowe problem agrotechniczne uprawy kukurydzy, *Biul. Inf. IZ*, 1: 5–18.
- Michalski T., Bartos M., Bieliński S., Kowalik I. (2003). Zawartość skrobi w ziarnie kukurydzy w zależności od odmian, *Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wydz. Nauk Rol. i Leś., Prace Komisji Nauk Rol. i Leś.*, 95:129–135.
- Smulikowska S., Rutkowski A. (red.) (2005). *Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Normy Żywienia Drobiu*, IF i ŻZ PAN Jabłonna k/Warszawy, 136 ss.

So k ó ł J. L. (2013). Ziarno zbóż i produkty uboczne przemysłu zbożowo-młynarskiego. W: Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo pod red. D. Jamroz, Wydawnictwo Naukowe PWN, t. 3: 191–215, Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz krajowych. Dane zawarte w Bazie Danych Pasz Krajowych (2010). Wyd. IZ Państwowy Instytut Badawczy, wyd. 3, Kraków-Balice, 100 ss.

Zatwierdzono do druku 11 I 2016

LUCYNA PODKÓWKA, ZBIGNIEW PODKÓWKA, DARIUSZ PIWCZYŃSKI,
MAŁGORZATA BUKO

Effect of cultivar earliness on chemical composition and digestibility of maize grain

SUMMARY

An experiment was conducted on 48 varieties of maize (7 early, 28 medium early and 13 medium late) under the same cultivation conditions. Basic chemical composition of grain and starch content, and digestibility of organic matter were determined by *in vitro* method. Energy value of grain in poultry nutrition was calculated. Hybrids classified as the early varieties have proven to be more suitable for cultivation because of better chemical composition and potentially higher energy value. These varieties contained more dry matter, protein and starch and lower level of crude fiber than the later ones. Among these varieties Cadwell variety was characterized by the highest level of crude protein, but a significantly lower level of starch. Whereas Silas variety, despite the significantly lower level of protein, showed low fiber content together with high digestibility of organic matter (88.61%), the amount of starch above 71%, and the highest content of NFE (81.17% of dry matter).

Key words: maize grain, cultivar earliness, chemical composition, organic matter digestibility