

WITOLD PODKÓWKA, ZBIGNIEW PODKÓWKA

Katedra Żywnienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

PLON SUCHEJ MASY, STRAWNOŚĆ SUBSTANCJI ORGANICZNEJ
ORAZ ZAWARTOŚĆ ADF I NDF W WYBRANYCH ODMIANACH
KUKURYDZY FIRMY PIONEER ZBIERANYCH NA KISZONKĘ
W LATACH 1998–2003

Dry matter yield, organic matter digestibility, ADF and NDF content in some corn varieties
of PIONEER company harvested for silage production from 1998–2003

ABSTRAKT: Określono plon suchej masy, strawność substancji organicznej oraz zawartość ADF i NDF w zielonkach wybranych odmian kukurydzy zbieranych na kiszonkę, w latach 1998–2003, uprawianych w rejonie środkowo-zachodnim Polski. Materiał stanowiły wyniki uzyskane z polowych doświadczeń produkcyjnych, prowadzonych zgodnie z certyfikatem ISO 2001 dla firmy PIONEER. Badaniami objęto następujące odmiany: Matilda, Elita, Valuta, Clarica, Felicja, PR38F70. Średni plon suchej masy za lata 1998–2003 dla wszystkich odmian wynosił 163,49 dt/ha, przy wahaniami od 125,70 do 225,04 dt·ha⁻¹. Najlepiej plonowała Felicja o liczbie FAO 280, zaś najgorzej Matilda o liczbie FAO 230. Najwyższy plon suchej masy uzyskano w 2001 roku, zaś w 1999 najniższy. Średnia zawartość ADF wynosiła 20,9% w suchej masie, zaś NDF 39,96% w suchej masie. Strawność substancji organicznej wynosiła 73,16% i nie stwierdzono różnic między poszczególnymi odmianami i latami.

słowa kluczowe – key words:

kukurydza – *maize*, plon suchej masy – *dry matter yield*, strawność substancji organicznej – *organic matter digestibility*, ADF – ADF, NDF – NDF

WSTĘP

Najczęściej stosowanym kryterium oceny kukurydzy uprawianej na kiszonkę jest zbiór suchej masy i ewentualnie udział procentowy suchej masy kolby w suchej masie całej rośliny (3, 4, 7, 8, 13). W ostatnich latach zwrócono uwagę na zawartość węglowodanów strukturalnych w wegetatywnych częściach rośliny. Do substancji tych zaliczamy ADF (acid detergent fiber) i NDF (neutral detergent fiber), które mają wpływ na strawność i wartość energetyczną plonu. Lignifikacja wegetatywnych części rośliny powoduje wzrost zawartości ADF, co obniża strawność składników pokarmowych, zaś wzrost NDF ogranicza pobieranie paszy przez zwierzęta (2, 5, 15-17, 19). Zarówno

nadmiar, jak i niedobór węglowodanów strukturalnych w kiszonce z kukurydzy jest niewskazany. Węglowodany strukturalne mają decydujący wpływ na strukturę dawki pokarmowej, co jest szczególnie ważne w żywieniu krów wysokomlecznych. Nieodpowiednia struktura dawki prowadzi do chorób metabolicznych, które są przyczyną eliminowania krów ze stada, zaś nadmiar węglowodanów strukturalnych powoduje nadmierne skarmianie pasz treściwych (16).

Mając na uwadze, że kukurydza stanowi ważny surowiec do produkcji kiszonki dla krów wysokomlecznych, przy ocenie poszczególnych odmian kiszonkowych oprócz plonu suchej masy należy uwzględnić strawność substancji organicznej oraz zawartość ADF i NDF (9, 10, 21). Ponieważ w informacjach charakteryzujących poszczególne odmiany uprawiane w Polsce brak jest danych o zawartości omawianych składników, uniemożliwia to prawidłowy dobór mieszańców do produkcji kiszonek z całych roślin.

Badań krajowych nad zawartością ADF i NDF oraz strawnością substancji organicznej u poszczególnych odmian kukurydzy jest bardzo mało, dlatego uznano za celowe zestawienie wyników badań omawianych wskaźników uzyskanych w ramach polowych doświadczeń produkcyjnych.

Celem badań było określenie plonu suchej masy, strawności substancji organicznej oraz zawartość ADF i NDF w zielonkach zbieranych na kiszonkę wybranych odmian kukurydzy w latach 1998–2003, uprawianych w środkowozachodnim rejonie Polski. Uzyskane wyniki posłużą do opracowania bazy danych do charakterystyki paszowej kukurydzy.

MATERIAŁ I METODYKA

Materiał do badań stanowiły wyniki uzyskane z polowych doświadczeń produkcyjnych, prowadzonych zgodnie z certyfikatem ISO 2001 dla firmy Pioneer. Certyfikat szczegółowo określa zasady prowadzenia polowych doświadczeń produkcyjnych, dlatego nie omawiano metodyki. Doświadczenia zlokalizowano w 17 punktach, z podziałem na województwa: wielkopolskie – 7, lubuskie – 4, mazowieckie – 2, kujawsko-pomorskie – 2, łódzkie – 1, śląskie – 1, w latach 1998–2003. Badaniami objęto następujące odmiany:

Odmiana	Liczba FAO	Liczba punktów doświadczalnych w latach 1998–2003
Matilda	230	40
Elita	230	28
Valuta	270	34
Clarica	280	55
Felicia	280	46
PR38F70	290	52

W latach 1998–2003 wyniki zebrano z 255 punktów doświadczeń polowych. Zbiór kukurydzy dokonywano w końcowej fazie dojrzałości woskowej ziarna. Pobieranie próbek i przygotowanie materiału do analiz wykonano zgodnie z zaleceniami podanymi w certyfikacie. Analizy chemiczne na zawartość suchej masy, ADF i NDF oraz strawność substancji organicznej wykonano metodą spektroskopii w bliskiej podczerwieni – NIRS (12), w laboratorium Firmy Pioneer Saaten GmbH w Buxtehude w Niemczech.

WYNIKI

Zawartość suchej masy w zbieranych zielonkach kukurydzy była wysoka i wynosiła 40,91%. W roku 2002 poziom suchej masy był najwyższy i wynosił 46,37%, nieco niższy stwierdzono w 2003 roku – 44,28%. W pozostałych latach poziom suchej masy wynosił 37%.

Średni plon z 255 punktów doświadczeń za lata 1998–2003 wynosił 163,49 dt·ha⁻¹ (tab. 1). Najwyższy plon uzyskano w 2001, zaś najniższy w 2003 roku. Odmiany o wyższej liczbie FAO plonowały lepiej. I tak odmiana Matilda i Elita o liczbie FAO 230 plonowały na poziomie od 152 do 155 dt·ha⁻¹, natomiast odmiana PR38F70 o liczbie FAO 290 wytworzyła plon 176 dt suchej masy na 1 ha. Współczynniki zmienności dla odmian i lat wskazują, że różnice w plonie suchej masy między poszczególnymi punktami doświadczeniowymi nie były duże.

Średnia zawartość ADF w analizowanych zielonkach z kukurydzy wynosiła 20,90%, przy wahaniami od 14,29 do 27,12% w suchej masie (tab. 2). Odmiany zbierane w latach 1998 i 1999 zawierały najwięcej ADF, zaś w roku 2000 i 2003 – najmniej.

Średnia zawartość NDF w badanych próbkach wynosiła 39,96%, przy wahaniami od 31,08 do 48,90% w suchej masie (tab. 3). W poszczególnych odmianach średnia zawartość NDF wahała się od 38,22 do 41,56%.

Zawartość ADF i NDF w badanych próbkach była niższa od wartości cytowanych w literaturze. Wynika to z faktu, że kukurydzę zbierano w końcowej fazie dojrzałości woskowej ziarna, przy zawartości suchej masy około 40%. W kukurydzy przeznaczanej do produkcji kiszonki z całych roślin zawartość węglowodanów strukturalnych powinna wynosić: ADF – 25,5%, NDF – 45% w suchej masie (16). Taki poziom zapewnia prawidłową strukturę dawki.

Strawność substancji organicznej w badanych próbkach wynosiła średnio 73,16%, przy wahaniami od 66,55 do 79,39% (tab. 4). Strawność substancji organicznej jest uzależniona od fazy wegetacji. Im wyższy udział procentowy suchej masy kolby w suchej masie całej rośliny, tym wyższa strawność.

Tabela 1

Plon suchej masy (dt·ha⁻¹)
Dry matter yield (dt·ha⁻¹)

Rok Year	Odmiana, Variety						Średnia Mean	Min.	Max.	Sd	Vx
	Matilda	Elita	Valuta	Clarica	Felicia	PR38F70					
1998	157,6	-	-	168,0	184,5	-	170,0	140,4	200,4	23,5	13,8
1999	135,4	147,1	-	148,8	148,6	169,0	149,7	116,2	188,3	24,9	16,6
2000	161,5	154,4	174,7	170,6	167,9	197,0	171,0	141,1	199,5	19,3	11,3
2001	159,9	162,8	179,6	181,0	179,2	186,5	174,8	155,3	225,5	20,2	11,5
2002	158,7	-	170,7	172,8	172,5	186,1	172,1	125,5	214,0	30,5	17,7
2003	139,9	-	146,1	146,0	-	140,5	143,1	121,6	164,6	16,2	11,3
Średnia Average	152,1	154,7	167,7	164,5	170,5	175,8	163,4				
Min	125,7	126,3	142,2	128,7	138,1	148,5	125,7				
Max	183,4	190,6	193,9	189,9	225,5	207,5	225,5				
Sd	22,3	20,0	18,5	23,3	27,5	20,7	22,4				
Vx	14,7	12,9	11,0	14,2	16,1	11,8	13,7				

Tabela 2

Zawartość ADF (% s.m.)
ADF content (% DM)

Rok Year	Odmiana, Variety						Średnia Mean	Min.	Max.	Sd	Vx
	Matilda	Elita	Valuta	Clarica	Felicia	PR38F70					
1998	22,22	-	-	22,70	23,16	-	22,4	19,66	26,09	2,47	10,89
1999	23,20	22,78	-	22,68	23,32	24,14	23,22	18,25	27,12	3,04	13,09
2000	18,74	19,72	21,94	18,50	20,55	19,57	19,85	15,91	23,93	2,69	13,55
2001	19,32	20,25	20,57	20,70	19,72	20,94	20,27	16,39	26,81	3,09	15,24
2002	20,04	-	21,70	20,05	21,12	20,26	20,64	15,87	25,32	3,02	14,63
2003	17,11	-	20,77	18,06	-	18,98	18,73	14,29	24,55	3,30	17,62
Średnia Average	20,11	20,92	21,26	20,47	21,57	20,78	20,90				
Min.	15,26	17,25	17,19	17,00	16,97	16,33	14,29				
Max.	25,11	25,25	24,78	26,28	26,21	25,76	27,12				
Sd	2,48	2,86	2,58	2,98	2,78	2,82	2,94				
Vx	17,30	13,67	12,16	14,56	12,89	13,57	14,07				

Tabela 3

Zawartość NDF (% s.m.)
NDF content (% DM)

Rok Year	Odmiana, Variety						Średnia Mean	Min.	Max.	Sd	Vx
	Matilda	Elita	Valuta	Clarica	Felicia	PR38F70					
1998	41,12	-	-	41,93	42,65	-	41,90	38,71	46,08	2,93	6,99
1999	42,62	42,90	-	40,88	42,54	42,78	42,34	34,96	48,57	4,48	10,58
2000	36,33	38,96	41,27	36,27	40,55	37,23	38,55	32,27	45,51	4,38	11,36
2001	37,48	39,07	39,72	39,44	40,04	39,01	39,13	33,00	49,22	4,81	12,29
2002	39,00	-	42,24	39,31	40,75	38,43	39,95	32,34	46,67	4,51	11,29
2003	32,76	-	42,33	37,90	-	38,51	37,88	31,48	45,04	4,18	11,03
Średnia Average	38,22	40,31	41,56	39,29	41,31	39,19	39,96				
Min.	31,08	34,93	35,04	33,95	34,55	32,44	31,08				
Max.	43,91	47,87	47,16	47,91	48,90	47,07	48,90				
Sd	4,36	4,40	4,06	4,31	4,37	4,46	4,22				
Vx	11,41	10,92	9,77	10,97	10,58	11,38	10,55				

Tabela 4

Strawność substancji organicznej (%)
Digestibility of organic matter (%)

Rok Year	Odmiana, Variety						Średnia Mean	Min.	Max.	Sd	Vx
	Matilda	Elita	Valuta	Clarica	Felicia	PR38F70					
1998	73,36	-	-	71,56	73,32	-	72,75	65,11	76,21	3,67	5,04
1999	69,94	70,66	-	71,55	71,32	70,08	70,71	66,55	76,07	3,16	4,47
2000	76,04	75,59	73,11	77,06	75,38	75,95	75,52	71,52	79,39	2,78	3,68
2001	75,42	75,01	75,27	74,78	75,91	75,44	75,14	67,67	79,00	3,39	4,51
2002	73,23	-	72,04	73,44	72,95	73,34	73,00	67,97	77,94	3,19	4,37
2003	72,64	-	69,44	73,31	-	71,98	71,84	65,62	76,43	3,62	5,04
Średnia Average	73,44	73,75	72,47	73,62	73,78	73,16	73,16				
Min.	68,57	68,42	67,92	66,69	69,03	67,13	65,55				
Max.	78,62	77,41	76,60	77,23	78,60	77,63	79,39				
Sd	3,60	2,97	2,90	3,62	2,92	3,18	3,30				
Vx	4,90	4,03	4,00	4,92	3,96	4,35	4,51				

DYSKUSJA

Analizując uzyskane wyniki należy stwierdzić, że badane odmiany cechują się wysokim plonem suchej masy. Wysoka zawartość suchej masy, średnio 40%, wskazuje na dobre wykształcenie kolby i wypełnienie jej ziarnem. Miltner i in. (14), Podkówka i Podkówka (16) podają, że przy zbiorze kukurydzy na kiszonkę z całych roślin zawartość suchej masy winna mieścić się w przedziale 30–35%. Przy zawartości suchej masy powyżej 38% występują trudności z utłoczeniem zielonki. Pozostają wolne przestrzenie między cząstkami paszy, dlatego istnieje niebezpieczeństwo zagrzewania się i pleśnienia kiszonki.

Zawartość węglowodanów strukturalnych – ADF i NDF ma decydujący wpływ na pobieranie kiszonki i jej strawność oraz wpływa na strukturę dawki pokarmowej. W badaniach Maciejewskiego (11) zawartość ADF mieściła się w przedziale od 18,41 do 31,26%, średnio 24,90% przy zawartości suchej masy około 27%. Według Cernaka i in. (1) w zielonce z kukurydzy o zawartości suchej masy 18%, zawartość ADF wynosiła 25,56%. Również Podkówka i in. (1, 15, 17) podają, że przy zawartości suchej masy 32% ilość ADF wynosiła 23,8%. Wremke (22) wskazał na zależność poziomu ADF od zawartości suchej masy. Im wyższy poziom suchej masy, tym niższa zawartość ADF. Potwierdzają to dane zamieszczone w tabelach wartości pokarmowej pasz dla przeżuwaczy, wydanych przez INRA (6) i Instytut Zootechniki (20). Zależność taką uzyskano również w badaniach własnych.

Poziom zawartości NDF w badanych próbkach jest znacznie niższy od wartości podawanych w literaturze (1, 11, 18)

W kukurydzy przeznaczonej do produkcji kiszonki z całych roślin, zawartość węglowodanów strukturalnych powinna wynosić: 25% ADF i 45% NDF w suchej masie (16). Taki poziom zapewnia prawidłową strukturę dawki. W badanych odmianach obniżony poziom węglowodanów strukturalnych wynika z opóźnionego terminu zbioru. Mając na uwadze konieczność zachowania odpowiedniej struktury dawki pokarmowej dla krów mlecznych, zbioru kukurydzy na kiszonkę z całych roślin należy dokonywać przy zawartości suchej masy 30–35%.

WNIOSKI

1. Badane odmiany uprawiane w środkowozachodnim rejonie Polski cechują się wysokim potencjałem produkcyjnym suchej masy.
2. Odmiany o wyższej liczbie FAO charakteryzują się wyższą produkcją suchej masy.
3. Niski poziom ADF i NDF był wynikiem opóźnienia terminu zbioru do końcowej fazy dojrzałości woskowej ziarna.
4. Badane odmiany spełniają wymagania surowca przeznaczonego do produkcji kiszonki z całych roślin, pod warunkiem przyspieszenia terminu zbioru.
4. Przy zbiorze kukurydzy na kiszonkę z całych roślin zawartość suchej masy winna być na poziomie 30–35%, maksymalnie 38%.

LITERATURA

1. Čermak B., Kadlec J., Novotny D., Lad F.: Vilv silazovani trav, jetele, vojtesky a kukrice na podil jednotivych složek vlakniny – ADF, NDF. Krmiva a Vyživa, 1998, **1**: 23-26.
2. Daccord R., Arrigo Y., Vogel R.: Nährwert von Maissilage. Agrar Forschung, 1995, **9**: 397-400.
3. Eder J., Krützfeld B.: Der Reife auf der Spur! Mais, 2000, **2**: 84-86.
4. Eder J.: Reife – Leistung, Mais, 1999, **2**: 138-141.
5. Hartmann A., Geiger H., H.: Siloreife – Restpflanzen nicht vergessen. Mais, 2001, **2**: 76-79.
6. INRA, Normy żywienia bydła, owiec i kóz, wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy Warszawa, 1993, Omnitech Press.
7. Kurczyk Z.: Doświadczenia porejestrowe kukurydzy w 2002 roku. Kukurydza, 2003, **1(21)**: 4-12.
8. Kurczyk Z.: Doświadczenia porejestrowe kukurydzy w 2003 roku. Kukurydza, 2004, **1(23)**: 21-30.
9. Losand B.: Maissilagequalitäten in der Milchkuhhaltung. Mais, 2003, **1**: 16-18.
10. Losand B.: Maissilagequalitäten für die Hochleistungsfütterung. Milchpraxis, 2003, **4**: 180-184.
11. Maciejewski P. J.: Zastosowanie metody bliskiej podczerwieni NIRS do badania składu chemicznego zielonki z całych roślin kukurydzy. Praca magisterska wykonana w Katedrze Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej ATR Bydgoszcz, 2000.
12. Mainka Chr.: Futterbewertung von Silomais mit der Nah – Infrarot – Reflexions – Spektroskopie (NIRS). Landbauforschung Völkenrode, 1990, **119**.
13. Michalski T.: Wartość pastewna plonu kukurydzy w zależności od sposobu i terminu zbioru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **450**: 133-162.
14. Miltner R., Spiekers H., Beeker W.: Silirungssituation in parktischen Betrieben. Mais, 2004, **3**: 80-83.
15. Podkówka W., Cermak B., Podkówka Z.: Zawartość włókna, NDF, ADF i NFC oraz wartość pokarmowa w zależności od wegetacji. Sbornik prednasek 8. Mezinardni koinference „Aktulani problemy slechteni, chovu, zdravui a produkce Skotu”, Ceskie Budejovice, 2000, 104-105.
16. Podkówka W., Podkówka Z.: Technologia produkcji kiszonki z całych roślin kukurydzy i wykorzystanie w żywieniu zwierząt. W: „Technologia produkcji kukurydzy”, Warszawa, Wyd. Wies Jutra, 2004.
17. Podkówka Z., Cermak B., Podkówka L.: Wpływ terminu zbioru zielonki z kukurydzy na strawność substancji organicznej. Annals of Warsaw Agricultural University, Animal Science, Special number, 2001, 20-23.
18. Podkówka Z., Walerych J., Majewski A.: Skład chemiczny i wartość pokarmowa wybranych odmian kukurydzy firmy Limagrain. Kukurydza, 2004, **1(23)**: 39-40.
19. Schlagheck A., Entrup N. L., Freitag M.: Auswirkungen des Abreifeverhaltens (Stay Green/„Dry Down”) auf die *in vitro* Verdaulichkeit von Mais-genotypen unter Berücksichtigung verschiedener Pflanzenfraktionen. Landbauforschung, Völkenrode, 2000, **217**: 94-101.
20. Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz, Instytut Zootechniki, Kraków 2003.
21. Tillmann P.: Qualitätsuntersuchung an Maissilage. Mais, **1**: 30-31.
22. Wermke M.: Trockenmasse-(TM)-Ertrag, Gerüstsubstanzgehalt und Verdaulichkeit von Silomais in Abhängigkeit von Genotyp, Pflanzenalter und Standort. Landwirtschaftliche Forschung, 1985, **38(4)**: 384-394.

DRY MATTER YIELD, ORGANIC MATTER DIGESTIBILITY, ADF AND NDF CONTENT
IN SOME CORN VARIETIES OF PIONEER COMPANY
HARVESTED FOR SILAGE PRODUCTION FROM 1998–2003

Summary

Dry matter yield, organic matter digestibility, ADF and NDF content were determined in green forages of some corn varieties harvested for ensiling. The results were obtained from the field experiments conducted according to ISO certificate for PIONEER company in 1998–2003 in the middle-western

region of Poland. The following varieties were used: Matilda, Elita, Valuta, Clarica, Felicia, PR38F70. Average dry matter yield for all varieties in 1998–2003 amounted to 163,49 dt·ha⁻¹ and ranged between 125,70 to 225,04 dt·ha⁻¹. The largest crop was observed for Felicia with 280 FAO number while the smallest was determined for Matilda with 230 FAO number. The largest dry matter yield was obtained in 2001 while the smallest in 1999. Average ADF content amounted to 20,9% in DM, whereas NDF average content – 39,9%. Organic matter digestibility amounted to 73,16%, and no differences between particular varieties and years were found.

Praca wpłynęła do Redakcji 11 I 2005 r.