

SESJA III
PASZE Z KUKURYDZY I ICH WYKORZYSTANIE W ŻYWIENIU
ZWIERZĄT

SPIS TREŚCI:

1. *Mikołajczak J., Mitura K. i in.:* Kukurydza jako źródło metanu w organizmie przeżuwaczy oraz w biogazowniach
2. *Podkówka Z., Podkówka L.:* Wpływ typu mieszańca na skład chemiczny kiszonki z całych roślin kukurydzy
3. *Podkówka Z., Podkówka L.:* Wpływ typu ziarna na skład chemiczny kiszonki z całych roślin kukurydzy
4. *Podkówka Z., Adameczak M.:* Porównanie plonowania, składu chemicznego i przydatności do zakiszania sorgo i kukurydzy
5. *Sulewska H., Szymańska G. i in.:* Wartość pokarmowa oraz jakość kiszonki z kukurydzy w zależności od wysokości cięcia oraz dodatku kiszonkarskiego.

**KUKURYDZA JAKO ŹRÓDŁO METANU
W ORGANIZMIE PRZEŻUWACZY ORAZ W BIOGAZOWNIACH**

**MAIZE AS A SOURCE OF METHANE IN RUMINANTS ORGANISM AND IN BIOGAS
INSTALLATIONS**

Jan Mikołajczak, Katarzyna Mitura, Przemysław Nyske, Iwona Zaremba

UTP Bydgoszcz

Metan – charakterystyka

Powstawanie i rozmieszczenie CH₄ na świecie

Przemiany gazowe u przeżuwaczy

Kukurydza jako substrat w biogazowniach

Podsumowanie

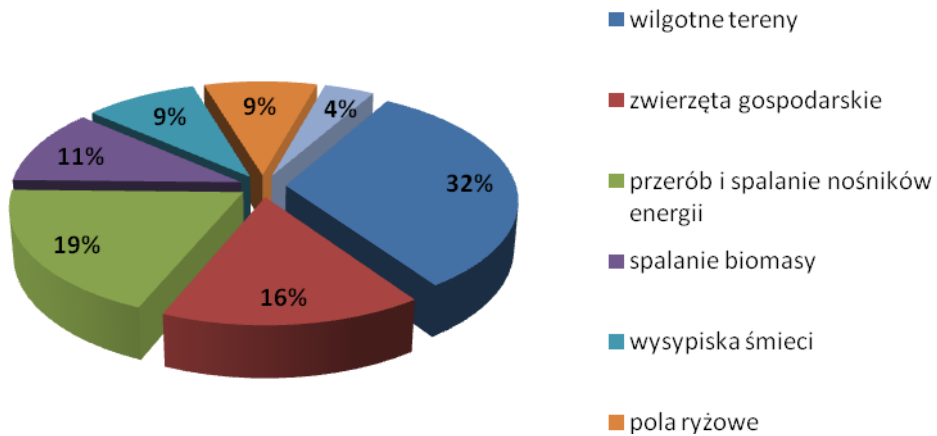
METAN – CHARAKTERYSTYKA

Metan (CH₄, gaz błotny, kopalniany) jest najprostszym węglowodorem nasyconym o masie cząsteczkowej 16,04 g/mol. Jest gazem bezbarwnym i bezwonny, pali się niebieskim płomieniem, wrze w temperaturze 164⁰C. 1 kg metanu zawiera 55600 KJ. Z powietrzem tworzy mieszaninę wybuchową. Jest związkiem, którego potencjał cieplarniany jest 72-krotnie większy niż CO₂. Średnia zawartość CH₄ w atmosferze wynosi aktualnie 1,7ppm – w ostatnich dwustu latach wzrosła ponad dwukrotnie. Spala się całkowicie do dwutlenku węgla - CH₄ + 2O₂ → CO₂ + 2H₂O oraz ulega półspalaniu do tlenku węgla (czad) - 2CH₄ + 3O₂ → 2CO + 4H₂O.

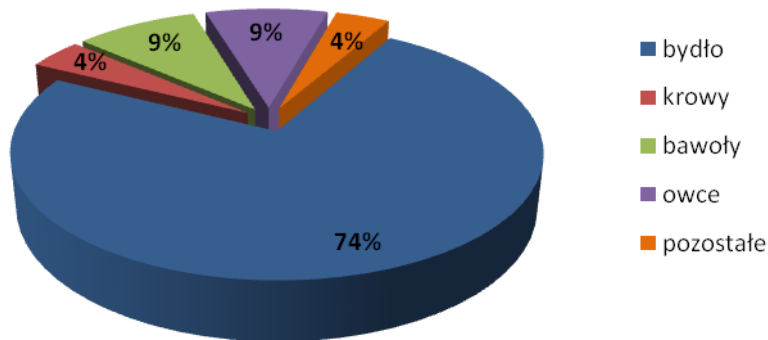
POWSTAWANIE I ROZMIESZCZENIE CH₄ NA ŚWIECIE

Metan, jego poziom i rozmieszczenie w środowisku ziemskim jest obserwowane od około 200 lat. Jego koncentracja w atmosferze ciągle wzrasta. Największym źródłem tego gazu są wilgotne tereny (bagna), które stanowią 32%. Na globalną emisję 165Mt aż 75Mt powstaje z produkcji zwierzęcej (rys. 1) dane te wskazują, że głównym emitorem są zwierzęta zaliczane do bydła (aż 74%).

Globalne wydalenie CH₄ (165 Mt/rok)



Wydalenie CH₄ z produkcji zwierzęcej



Rysunek 1. Źródła metanu w środowisku naturalnym (Kirchgessner i in. 1994)

Dane przedstawione przez Jasiorowskiego (1996) (tab. 1) wskazują również, że zwierzęta przeżuwające są głównym emitorem metanu w skali globalnej (80 Tg). Podobną emisją charakteryzują się pola ryżowe (110 Tg).

Tabela 1. Źródła emisji metanu (Tg/rok) (Jasiorowski 1996)

Nawóz mineralny	28
Zwierzęta przeżuwające	80
Ścieki	20 – 25
Pola ryżowe	110
Kopalnie węgla	45
Ropa/gaz	30
Resztki roślinne	55
Spalanie masy organicznej	115
Bagna	40
Termity (bakterie w ich przewodzie pokarmowym)	
Morza i zbiorniki wody słodkiej	15
Razem	540

PRZEMIANY GAZOWE U PRZEŻUWACZY

Problematyka zmniejszania emisji metanu przez przeżuwacze stanowiła główny cel wielu doświadczeń (tab. 2). Z dostępnych danych wynika, że począwszy od połowy XX wieku do chwili obecnej wykonano ponad 600 eksperymentów, których przedmiotem badań były przemiany gazowe w organizmie przeżuwaczy (było to głównie bydło i owce).

Tabela 2. Eksperymenty uwzględniające przemiany gazowe u zwierząt gospodarskich (Blaxter i Clapperton 1965)

Gatunki	Liczba diet	Liczba eksperymentów	Autorzy
Owce	2	12	Blaxter i Grahma (1955)
Owce	3	18	Blaxter i Graham (1956)
Owce	3	36	K.L. Blaxter, N. McC. Graham (1957)
Owce	1	6	Graham, Wainman, Blaxter i Armstrong (1959)
Owce	6	64	A.K. Martin (1960)
Bydło	1	12	Blaxter i Wainman (1961b)
Owce i bydło	1	33	Blaxter i Wainman (1961a)
Owce	3	12	Blaxter i Wilson (1963)

Owce	1	11	J.L. Clapperton (1963)
Bydło	1	20	K.L. Blaxter I F.W. Wainman (1963)
Owce	1	8	Clapperton (1964a)
Owce	1	10	Clapperton (1964b)
Bydło	3	32	Blaxter I Wainman (1964a)
Owce i bydło	6	72	Blaxter I Wainman (1964b)
Owce	12	136	Armatrong (1964)
Owce	6	37	J.L. Clapperton (1964)
Owce	1	9	Bateman I Blaxter (1964)
Owce	1	30	k.l. Blaxter, J.L. Clapperton i F.W. Wainman (1964)
Bydło	1	54	K.L. Blaxter, J.L. clapperton i F.W.Wainman (1964)
Owce	1	3	Vercoe i Blaxter (1965)
RAZEM	55	615	

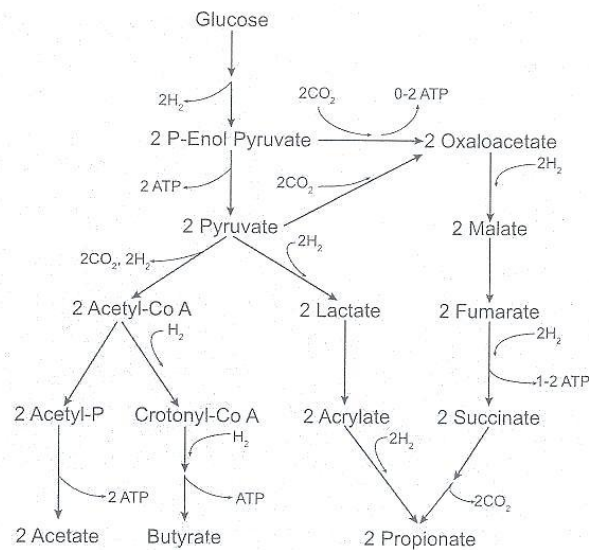
Poprzez rodzaj diet, przygotowanie pasz, konserwowanie oraz dodatki paszowe starano się poznać i obniżyć emisje gazów w tym metanu.

Wyniki prac badawczych i ich zastosowanie w praktyce rolniczej spowodowały, że na przełomie 20 lat (1988-2007) emisja gazów (głównie CH₄, NH₃ i N₂O) zmniejszyła się w hodowli zwierząt gospodarskich w tym u bydła mlecznego aż o 25% (tab. 3).

Tabela 3. Proporcjonalne zmiany w emisji gazów cieplarnianych i ocieplenia globalnego (GWP₁₀₀) osiągniętego przez doskonalenie genetyczne w latach 1988-2007, obliczone przez DEFRA (%) (Hume i in. 2011)

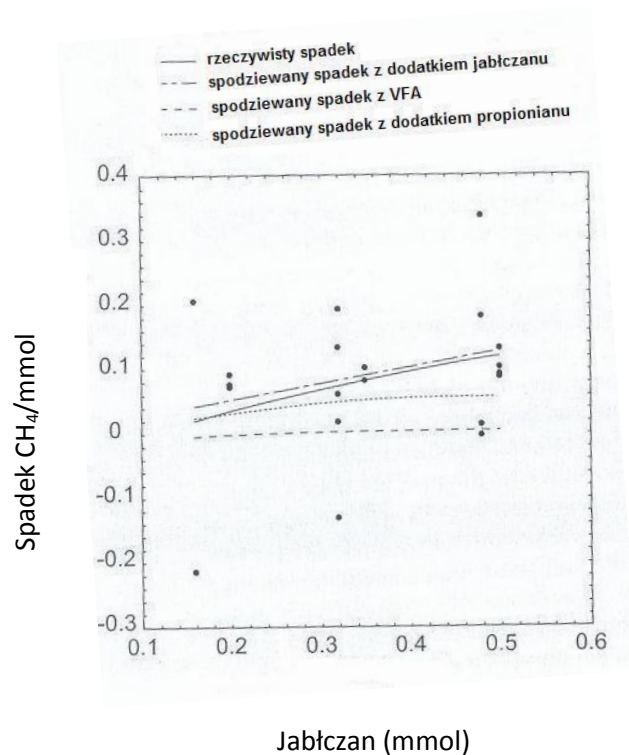
Gatunek	CH ₄	NH ₃	N ₂ O	GWP ₁₀₀
Kury nioski	- 30	- 36	- 29	- 25
Brojlery	- 20	10	- 23	- 23
Trzoda chlewna	- 17	- 18	- 14	- 15
Bydło mleczne	- 25	- 17	- 30	- 16
Bydło mięsne	0	0	0	0
Owce	- 1	0	0	- 1

Z danych zawartych na rys. 2 wynika, że według wielu autorów redukcja CH_4 w żwaczu ulega zmniejszeniu o kilkanaście procent. Badania te są ciągle kontynuowane.



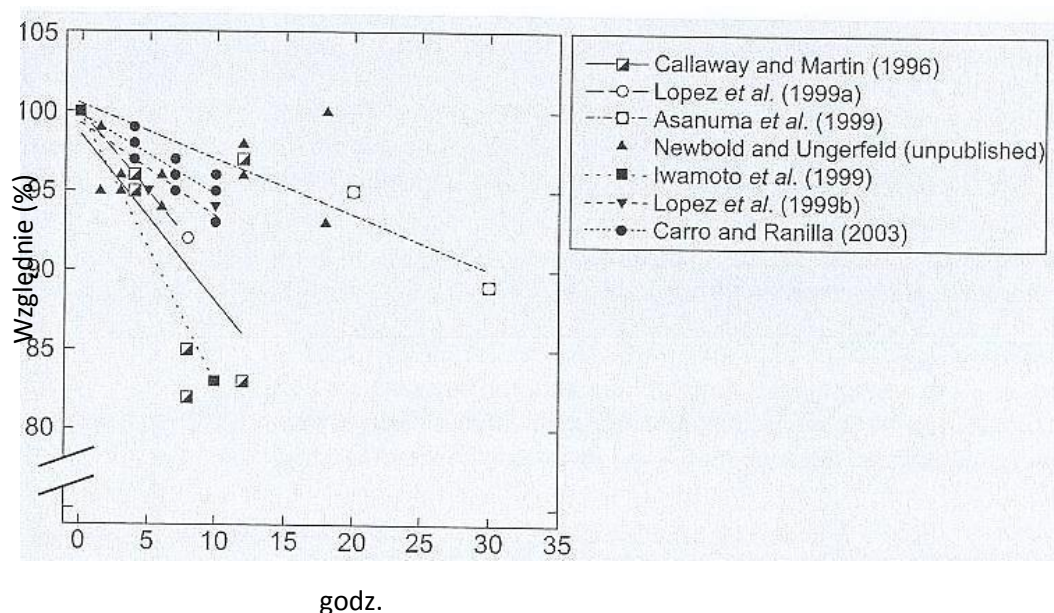
Rysunek 2. Szlak fermentacji u przeżuwaczy. Metan jest tworzony z CO_2 i H_2 . Chociaż H_2 nie jest bezpośrednim donorem elektronu w pokazanych procesach to metaboliczny H jest równy H_2 . Dwuatomowy wodór jest traktowany w naszych okolicznościach jako donor elektronu (Sejrsen i in. 2006)

Ze zmiennym skutkiem kształtowała się synteza CH_4 po dodaniu jabłczanu (rys. 3).



Rysunek 3. Obserwowane i oczekiwane zmniejszenie produkcji CH_4 jako skutek dodania do kultury żwaczowej jabłczanu (Sejrsen i in. 2006)

Mechanizm przemian metabolicznych w efekcie których powstaje metan przedstawiony został na rysunku 4. Z danych tych wynika, że prekursorami metanu są cząstki H_2 i CO_2 . Spośród wielu związków chemicznych, przy pomocy których starano się zmniejszyć produkcję metanu w przewodzie pokarmowym przeżuwaczy był dumaran.



Rysunek 4. Obserwowany spadek produkcji CH_4 jako skutek dodania dumaranu do kultur żwaczowych (Sejrsen i in. 2006)

Ciekawe wyniki osiągnęli Sawyer i współpracownicy (1974) dodając do paszy bromochlorometan (BCM). W miarę wzrostu poziomu dodatku zaobserwowano wyraźny spadek poziomu metanu w bilansie energetycznym organizmu. Przy poziomie 6,1% (grupa bez dodatku) stwierdzono obniżenie CH_4 przy dawce 4,5mg BCM do 0,8%. Różnice okazały się wysoko istotne statystycznie (tab. 4).

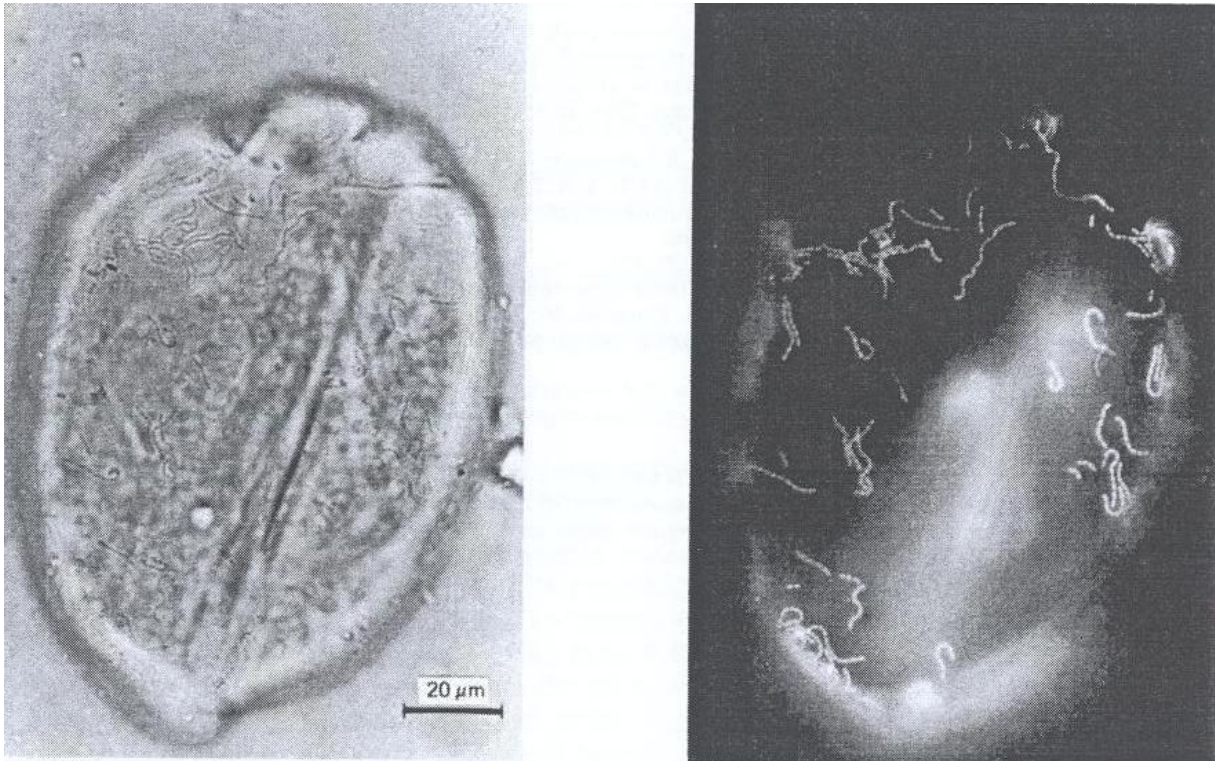
Tabel 4. Wpływ dodatku BCM (bromochlorometanu) na powstawanie metanu w przewodzie pokarmowym owiec (Sawyer i in. 1974)

Wyszczególnienie	BCM (mg/kg m.c./dzień)			
	0	1,5	3,0	4,5
Średnia masa ciała (kg)	70,1	72,2	71,0	74,2
Dobowe pobranie suchej masy (g)	994	1027	1000	1032
Kcal (EB/g SM)	4,472	4,489	4,489	4,503
Energia brutto pobranie (kcal)	4446	4610	4489	4647
Udział energii w % energii brutto				
energia kału	37,7 ^a	28,8	30,6	26,3 ^b
energia metanu	6,1 ^a	1,0 ^c	0,9 ^c	0,8 ^c
energia moczu	4,0	4,4	4,0	3,7
energia ciepła	43,9	45,0	44,4	46,0
energia strawna	62,3 ^a	71,2	69,4	73,7 ^b
energia metaboliczna	52,2 ^a	66,8 ^c	64,4 ^c	69,2 ^c

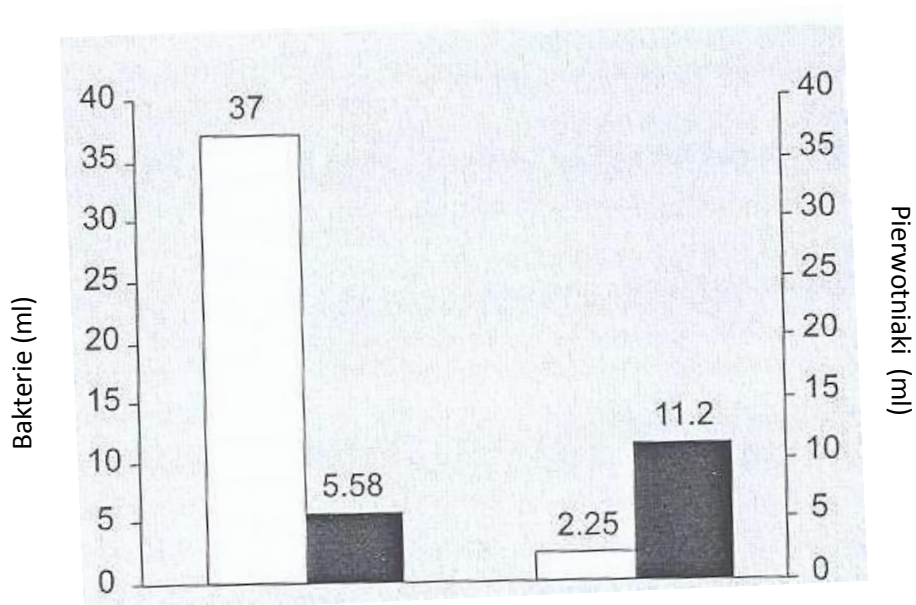
a,b -P < .05

a,c P < .01

Rozpatrując zagadnienia metanogenezy w aspekcie mikrobiologicznym należy zauważyć, że spośród drobnoustrojów największą rolę odgrywają bakterie i pierwotniaki (fot. 1). Ich liczebność w płynie żwaczowym jest zróżnicowana. Dominującą rolę mają bakterie (liczebność 37×10^6) i pierwotniaki (liczebność $2,25 \times 10^6$) (rys. 5)



Fotografia 1. Komórka pierwotniaka współdziałająca z bakteriami w procesie metanogenezy; a- jasne pole ściany komórki pierwotniaka (*Eudioploidium maggii*); b- fotografia nabłonka komórki, iluminowana, jasne pole to strawione części ściany komórki (Stumm i in. 1982)



Rysunek 5. Liczba komórek bakterii ($\times 10^6$) i pierwotniaków w próbkach ($\times 10^6$) zbieranych przez sedymentację (puste kolumny) lub filtrację (pełne kolumny) (Sejrsen i in. 2006)

Próby określenia stanu fizjologicznego żywca na intensywność metanogenezy wykazały, że zaburzenia zdrowotne (zmniejszenie liczebności mikroflory – defaunizacja) w różnoraki sposób wpłynęła na ten proces (Krauzer i in. 1986) (tab. 5). Jeśli rozpatrywano węglowodan – celulazę zaobserwowano spadek powstawania CH₄ i rozpad innych cukrowców (skrobia naturalna nie ulegała tak wyraźnemu ograniczeniu).

Tabela 5. Przemiana gazowa u krów różnie żywionych (Kreuzer i in. 1986)

	Grupa	Dawka			Przeciętna
		celuloza	Skrobia naturalna	Parowane płatki skrobi	
Produkcja metanu (% GE)	kontrolna	22,0 ± 7,3	11,5 ± 6,3	16,8 ± 2,5	16,7 ± 6,9
	defaunizacja	19,6 ± 10,5	12,7 ± 2,3	8,0 ± 2,5	13,4 ± 7,6
	średnia	20,8 ± 8,5 ^b	12,1 ± 4,4 ^a	12,4 ± 5,8 ^a	15,1 ± 7,3

^{a,b} p<0,05

Godnym odnotowania jest fakt możliwości produkcji obniżenia emisji metanu przez przeżuwacze poprzez stosowanie antybiotyku monezyny. Jak wykazały badania Blaxtera i Clappertona (1965) zastosowanie tego związku skutkowało niższą emisją od 10 do 30%. Efektywność uzależniona była od poziomu włókna surowego w dawce (tab. 6). Im więcej włókna surowego w dawce tym obniżka spowodowana zaburzeniami mikroflory (defaunizacja) była wyraźniejsza. Jednak z praktycznego punktu widzenia wyniki te nie mogą być obecnie osiągalne z uwagi na niemożność stosowania antybiotyków paszowych na obszarze UE.

Skład chemiczny diet pokarmowych oraz wydajność zwierząt ma ważne znaczenie i duży wpływ na rozmiar powstawania metanu w organizmie zwierząt. Jak wskazują dane w tabeli 7 pobranie 1 kg włókna surowego skutkuje emisją 79g CH₄. Spożycie pozostałych podstawowych składników pokarmowych ma mniejsze znaczenie lub wręcz redukujące metanogeneze. Jednak zastosowanie diet pokarmowych w żywieniu przeżuwaczy ma duże ograniczenia z innych przyczyn.

Tabela 6. Zależność pomiędzy produkcją metanu w żwaczu a poziomem włókna surowego
(Blaxter i Clapperton 1965)

Poziom włókna	Grupy doświadczalne	Produkcja metanu	
Niski	monezyna	119	2,65
	kontrolna	133	3,29
	SE	9,1	,60
Średni	monezyna	128	2,26 ^b
	kontrolna	167	4,03 ^c
	SE	3,1	,22
Wysoki	monezyna	139 ^d	1,89 ^b
	kontrolna	193 ^e	4,44 ^c
	SE	5,0	,34
Pasza paletowana	monezyna	129 ^f	2,26 ^f
	kontrolna	164 ^g	3,92 ^g
	SE	8,2	,39

b,c P<.01

d,e P<.05

f,g P<.10

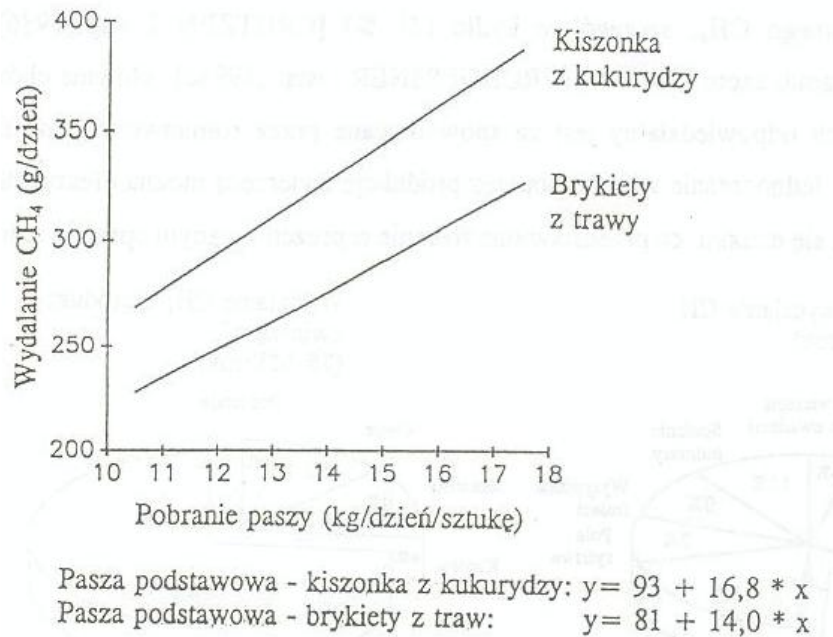
Tabela 7. Dzienna emisja CH₄ u krów mlecznych zależnie od pobranie składników pokarmowych (Kirchgessner i in 1991)

Pobranie składników (kg/dzień)	Emisja CH ₄ (g)
Włókno surowe	79
Substancje bez-N wyciągowe	10
Białko ogólne	26
Tłuszcz surowy	-212
Punkt przecięcia osi X przez krzywą regresji**	63

$$S_{x,y} = 22 \text{ g CH}_4; R^2 = 69 \%$$

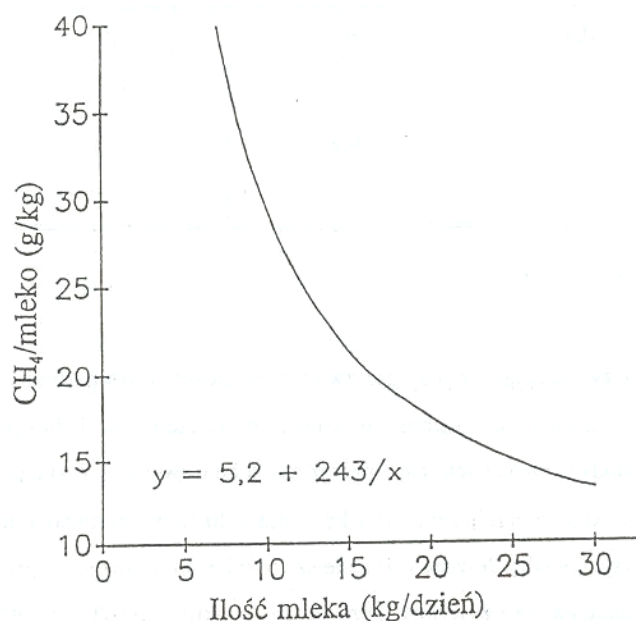
** wartość a równania regresji

Kukurydza (w kiszonej postaci) według badań Kirchgessnera i współpracowników (1991) okazała się paszą mającą tendencje do zwiększania wydalania energii z organizmu krów mlecznych w postaci CH₄ (rys. 6). Według obliczonych równań regresji przy konsumpcji 20kg paszy z kukurydzy emisja CH₄ wynosić będzie 428g/dobę/szt. Jeśli zwierzęta otrzymywałyby pasze z traw wówczas produkcja metanu wyniosłaby tylko 310g/dobę/sztukę.



Rysunek 6. Wydalanie CH₄ przez krowy mleczne przy wzroście spożycia paszy i różnicowaniu rodzaju paszy (Kirchgessner i wsp. 1991)

Wydajność mleczna krów ma decydujące znaczenie w kontekście wydalania metanu. Zwierzęta niskowydajne produkowały i emitowały relatywnie więcej CH₄ w przeliczeniu na jednostkę produktu (mleka). Dane zawarte na rysunku 7 wskazują ilość tego gazu w przeliczeniu na jeden litr mleka (od 40 do 15 g)



Rysunek 7. Wydalanie CH₄ w przeliczeniu na kg mleka zależnie od wydajności (Kirchgessner i in. 1991)

Przykładowo wykorzystując równanie regresji

$$y = g \text{ CH}_4/\text{kg mleka}$$

$$x = \text{wydajność dobową mleka}$$

$$y = 5,2 + 243 / x$$

Przy poziomie wydajności 15 kg mleka emisja metanu będzie wynosiła 21,4g natomiast przy produkcji 40kg mleka/dobę tylko 11,2g CH₄.

KUKURYDZA JAKO SUBSTRAT W BIOGAZOWNIACH

Badania zrealizowane przez Pakarinena i współpracowników (2011) wykazały, że w surowych warunkach Finlandii kukurydza była bardziej efektywna w pozyskiwaniu metanu z jednostki powierzchni upraw aniżeli konopie i bobik (tab. 8). Przy produkcji etanolu z jednostki powierzchni uzyskano podobną wartość. W warunkach Polski efektywność kukurydzy pod względem uzyskiwania biogazu z jednostki powierzchni jest niepodważalna (porównywalne wyniki uzyskuje się jedynie przy uprawie buraków).

Tabela 8. Wydajność wybranych gatunków z jednostki powierzchni mierzona potencjałem metanotwórczym i etanotwórczym (Pakarinen i in. 2011)

Miernik energii	Wydajność	Kukurydza	Konopie	Konopie ^a	Bobik
Metan	Wydajność kg ha ⁻¹	14	14	14	10
	Metan Ndm ³ kg ⁻¹ VS	379 ± 16	239 ± 13	290 ± 13	387 ± 20
	Metan Ndm ³ kg ⁻¹ TS	350	219	275	339
	Metan Nm ³ ha ⁻¹	5600	3066	3850	3390
	Energia, GJ ha ⁻¹	187	108	137	122
Etanol	Etanol dm ³ tn ⁻¹ TS	348	407	-	356
	Etanol dm ³ ha ⁻¹	5223	5702	-	3558
	Energia, GJ ha ⁻¹	112	122	-	76

^a dokładnie zmielone

W badaniach wykonanych przez grupę badawczą pod kierunkiem profesora Christophera Griedera (Grieder i in. 2011) przebadano 285 odmian kukurydzy linii dent skrzyżowanych z dwoma liniami flint w sześciu warunkach środowiskowych. pomiary dotyczyły takich cech jak: długość okresu wegetacji, wysokość roślin (cm), koncentracja i wydajność s.m.

W tabeli 9 przedstawiono wyniki badań nad wpływem różnych czynników na przydatność kukurydzy do produkcji biogazu (580 krzyżówek testowych z linii dent z dwoma liniami flint w czterech warunkach środowiskowych). Jak wynika z tabeli 9 przeciętna wydajność CH₄ wynosiła 3450m³ ha⁻¹ (wahania od 1390 do 4970 m³). W przypadku testów krzyżowych wydajność wynosiła 5520m³ ha⁻¹ (wahania od 3990 do 7120 m³ ha⁻¹). Sprawność fermentacji metanowej wyniosła 305 dm³ DM⁻¹ (wahania od 289 do 322 dm³) przy współczynniku korelacji 0,67.

Tabela 9. Czynniki agronomiczne i jakościowe wpływające na potencjał gazo twórczy kukurydzy (285 linii DENT w kombinacji z 2 liniami FLINT_ w czterech warunkach środowiskowych (Grieder i in. 2011)

Czynnik	Średnia	Zakres	$h^2 \pm SE$
Agronomiczny			
Dni	78,1	70,2 – 93,6	$0,98 \pm 0,002$
Wysokość rośliny (cm)	263	215 – 304	$0,95 \pm 0,005$
Koncentracja suchej masy (g kg ⁻¹)	345	252 – 416	$0,96 \pm 0,004$
Wydajność suchej masy (Mg ha ⁻¹)	20,3	14,5 – 25,9	$0,89 \pm 0,012$
Wydajność metanu (10m ³ ha ⁻¹)	552	399 – 712	$0,82 \pm 0,021$
Jakościowe			
Wydajność fermentacji metanowej (dm ³ kg s.m. ⁻¹)	305	289 – 322	$0,67 \pm 0,041$
Koncentracja energii metabolicznej (10 ⁻² MJ kg ⁻¹)	1,232	1,132 – 1270	$0,75 \pm 0,031$
Tłuszcz (g kg ⁻¹)	26	17 – 32	$0,87 \pm 0,016$
Skrobia (g kg ⁻¹)	350	127 – 429	$0,93 \pm 0,009$
ADF (g kg ⁻¹)	215	180 – 261	$0,74 \pm 0,032$
ADL (g kg ⁻¹)	21	15 – 27	$0,82 \pm 0,017$

W tabeli 10 zwracają uwagę wyniki dotyczące wydajności metanu. Wysoki współczynnik korelacji z wysokością roślin (0,62+) i wydajnością suchej masy z jednostki powierzchni (1,00+).

Tabela 10. Zależności statystyczne w wybranych cechach kukurydzy na cele energetyczne (Grieder i in. 2011)

Cecha	Dni	Wysokość rośliny	Koncentracja suchej masy	Wydajność suchej masy	Wydajność metanu	Wydajność fermentacji metanowej	Koncentracja energii metabolicznej	tłuszcz	skrobia	ADF	ADL
Dni		0,48**	-0,88**	0,17**	0,05	-0,31**	-0,81**	-0,79**	-0,89**	0,75**	0,50**
Wysokość rośliny	0,49++		-0,42**	0,64**	0,60**	-0,13*	-0,47**	-0,36**	-0,44**	0,41**	0,47**
Koncentracja suchej masy	-0,89++	-0,43*+		-0,17**	-0,03	0,27**	0,62**	0,70**	0,83**	-0,51**	-0,32**
Wydajność suchej masy	0,19++	0,65*+	-0,18*+		0,98**	0,18**	-0,02	0,04	-0,09	0,12*	0,33**
Wydajność metanu	0,07	0,62+	-0,04	1,00*+		0,29**	0,06	0,09	-0,03	0,06	0,26**
Wydajność fermentacji metanowej	-0,36++	-0,17*+	0,31*+	0,17*	0,27*+		0,51**	0,33**	0,16**	-0,34**	-0,47**
Koncentracja energii metabolicznej	-0,86++	-0,52*+	0,66*+	-0,06	0,02	0,54*+		0,82**	0,83**	-0,84**	-0,66**
Tłuszcz	-0,83++	-0,38*+	0,74*+	0,02	0,08	0,38*+	0,85*+		0,88**	-0,73**	-0,48**
Skrobia	-0,92++	-0,47*+	0,85*+	-0,10	-0,05	0,20+	0,86*+	0,90*+		-0,73**	-0,42**
ADF	0,83++	0,45*+	-0,56*+	0,16+	0,10	-0,41*+	-0,87*+	-0,77*+	-0,76*+		0,77**
ADL	0,54++	0,51*+	-0,34*+	0,38*+	0,31*+	-0,54++	-0,68*+	-0,49*+	-0,43*+	0,77*+	

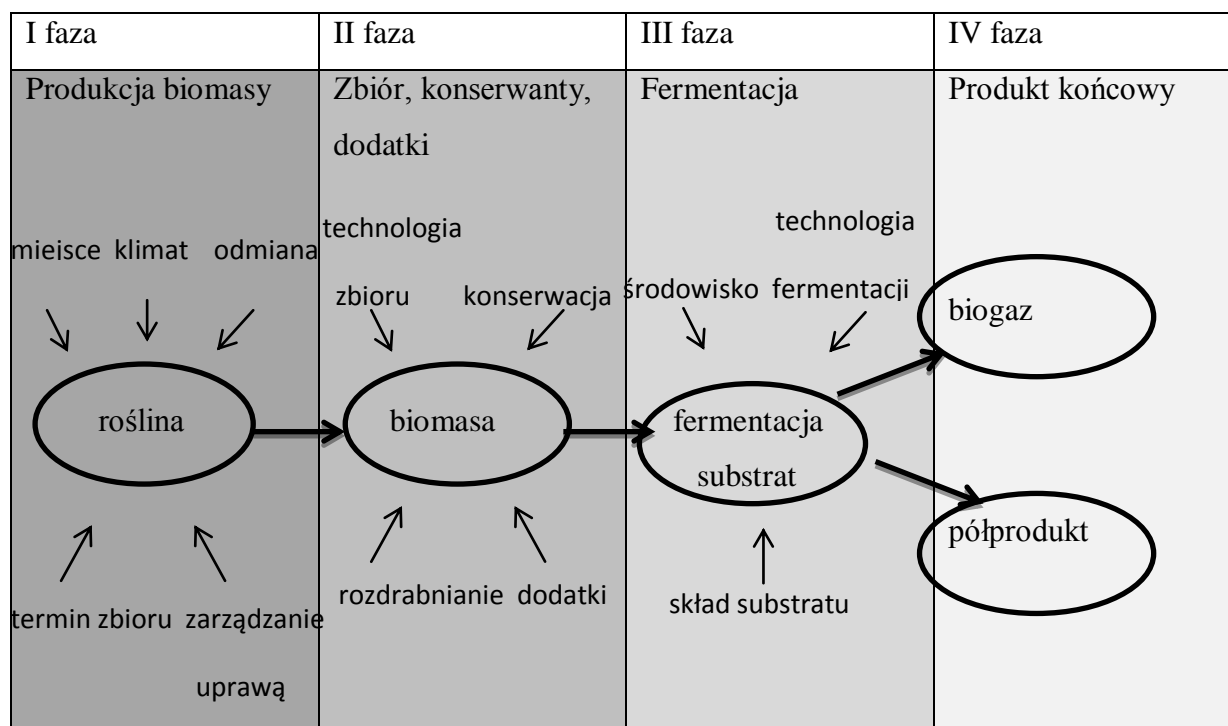
Rozpatrując produkcję i wykorzystanie biomasy na cele substratu do biogazowni, Amon i in. (2007) (rys. 8) podzielili ją na cztery fazy :

produkcja biomasy

zbiór, przechowywanie, dodatki

fermentacja

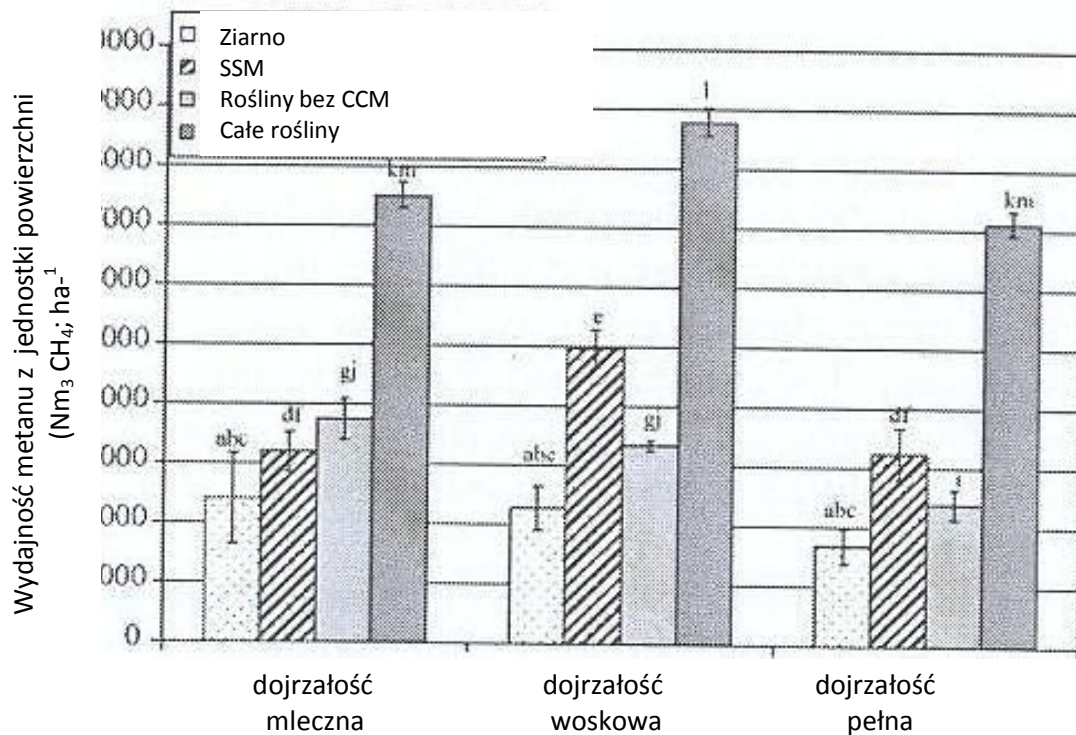
wykorzystanie produktów końcowych



Rysunek 8. Wpływ różnych czynników na produkcje biogazu z kukurydzy i czynniki warunkujące (Amon i in. 2007)

Każda z wyżej wymienionych faz ma ważną, specyficzną rolę w tym procesie. Należy zwrócić uwagę na proces wytwarzania i przetwarzania biomasy, która ma specyficzne parametry różniące się od dotychczas produkowanej na cele paszowe.

Badania zrealizowane przez Amona i współpracowników (2007) wykazały, że na wydajność metanu ma wpływ faza wegetacji w momencie zbioru (rys. 9). Powyższe wyniki wskazują, że opóźnienie zbioru kukurydzy wpłynęło korzystnie na produkcję metanu. Zaobserwowano również międzyodmianowe w produkcji biogazu. Wyniki badań Amona i współpracowników (2007) wykazały również, że możliwe jest również alternatywne wykorzystanie kukurydzy. Część roślinna może być wykorzystania na pasze (np. CCM) a pozostała część do produkcji biogazu.



Rysunek 9. Wydajność metanu z jednostki powierzchni przy zbiorze całej rośliny kukurydzy bez CCM, CCM oraz ziarna (Amon i in. 2007)

PODSUMOWANIE

Kukurydza jako bardzo popularna roślina użytkowa została bardzo wyraźnie zmodyfikowana pod względem składu chemicznego, wartości odżywczej. Jednym z mankamentów jest duża intensywność przemian gazowych w organizmie karmionych nią zwierząt. Oczekiwanym etapem badań będzie opracowanie systemów żywienia, obniżających ubytki energii pasz z ulatniającym się gazem (głównie metanem). Sprzyjać to będzie utrzymaniu naturalnego środowiska (głównie atmosfery).

Duże oczekiwania lobby odnawialnych źródeł energii w stosunku do kukurydzy powoduje, że należy przygotować nowe odmiany dostosowane do wykorzystania na cele energetyczne w warunkach Polski.

SPIS LITERATURY

1. Amon T., Amon B., Kryvoruchko V., Zollitsch W., Mayer K., Gruber L., 2007. Biogas production from maize and dairy cattle manure – Influence of biomass composition on the methane yield, Science Direct Agriculture, Ecosystems and Environment, 118, 173-182.

2. Blaxter K.L., Clapperton J.L., 1965, Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Br. J. Nutr.*, 19, 511-522.
3. Grieder Ch., Dhillon B.S., 2011. Breeding maize as biogas substrate in Central Europe: II. Quantitative- genetic parameters for inbred lines correlations with testcross performance. *Theor Appl Genet*, published inline.
4. Grieder Ch., Dhillon B.S., 2011. Breeding maize as biogas substrate in Central Europe: I. Quantitative- genetic parameters for testcross performance. *Theor Appl Genet*, published inline.
5. Hino T., Asanuma N., 2003. Suppression of Ruminant Methanogenesis by Decreasing the Substrates Available to Methanogenic Bacteria. *Nutrition Abstract and Reviews*, series B., *Livestock Feeds and Feeding*, 73, No. 1.
6. Hume D.A., Whitelaw C.B.Z., Archibald A.L., 2011. The future of animal production: improving productivity and sustainability. *J. Agric. Sci.*, 149, 9-16.
7. Jasiorowski H., 1996. Problemy trwałości rozwoju (sustainable development) w realizacji program rozwoju hodowli bydła mięsnego w Polsce. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu*, 291, s17-20.
8. Kirchgessner M., Windisch W., Roth F.X., 1994. Możliwości żywienia zwierząt w zmniejszaniu obciążenia środowiska przez rolnictwo, *Wyd. AR Wrocław*, ss. 42.
9. Kreuzer M., Kirchgessner M., Muller H.L., 1986. Effect of defaunation on the loss of energy in wethers fed different quantities of cellulose and normal or stemflaked maize starch, *Animal Feed Science and Technology*, 16, 233-241
10. Pakarinen A., Maijala P., Jaakkola S., Stoddard F. L., Kymalainen M., Vlikan L., 2011. Evaluation of preservation methods for improving biogas production and enzymatic conversion yields of annual crops. *Biotechnology for Biofuels*, 420, ss. 13.
11. Sawyer M.S., Hoover W.H., Sniffen C.J., 1974. Effects of a ruminal methane inhibitor on growth and energy metabolism in the ovine. *Journal of Animal Science*, vol. 38, no. 4, 908-914.
12. Sejrsen K., Hvelplund T., Nielsen M.O., 2006. Ruminant physiology, Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress, ss. 600.
13. Stumm C., Gijzen H.J., Vogels G.D., 1982. Association of methanogenic bacteria with ovine rumen ciliates, *Br. J. Nutr.* 47, 95-99.

PORÓWNANIE PŁONOWANIA, SKŁADU CHEMICZNEGO I PRZYDATNOŚCI DO ZAKISZANIA SORGO I KUKURYDZY

COMPARISON OF YIELDS, CHEMICAL COMPOSITION AND ENSILAGE ABILITY SORGHUM AND MAIZE SILAGES

Zbigniew Podkówka, Marcin Adamczak

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Proces hybrydyzacji sorgo czyni z niej roślinę kosmopolityczną. W ostatnich latach w wielu rejonach Polski obserwuje się uprawę sorgo na paszę dla bydła. Wysokie plony zielonej masy oraz odporność sorgo na suszę sprawia, że może ono stanowić uzupełnienie bazy paszowej dla przeżuwaczy.

Celem badań było porównanie plonowania, składu chemicznego i przydatności do zakiszania sorgo cukrowego (*Sorghum saccharatum*) i kukurydzy (*Zea mays*).

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2009 roku w Wieszczycach. Do badań wykorzystano sorgo cukrowego (*Sorghum saccharatum*) odmiany Sucrosorgo 506 (Syngenta Seed) i kukurydzę (*Zea mays*) odmiany Vitras (liczba FAO 260) (HR Smolice). W okresie wegetacji panowały następujące warunki pogodowe:

Meteorological conditions during experiment

Miesiąc <i>Month</i>	V	VI	VII	VIII	IX	X
Średnia temperatura dobową ($^{\circ}\text{C}$) <i>Average temperatures</i>	8,1	10,7	14,8	13,4	10,0	5,8
Suma miesięcznych opadów (mm) <i>Total monthly rainfall</i>	49	63	91	111	21	40

Materiał do badań zebrano 10 października 2009 roku. Rośliny zważono, a następnie rozdrobniono i przygotowano do analiz. W próbach określono zawartość podstawowych składników pokarmowych, frakcji włókna pokarmowego, cukrów, skrobi i pojemność buforową.

WYNIKI

Skład chemiczny zielonki z sorgo i kukurydzy przedstawiono w tabeli 1. W *Sorghum saccharatum* było więcej popiołu surowego, włókna surowego, cukru, NDF i ADF, a mniej suchej masy, białka ogólnego, tłuszczu surowego i związków bezazotowych wyciągowych niż w *Zea mays*. Obie rośliny należą do surowców łatwo kiszących się. Jedna roślina sorgo ważyła 523 g, a kukurydzy 924 g. Różnica w masie jednej rośliny była statystycznie wysoko istotna. Plon zielonej masy z 1 ha uprawy sorgo wynosił 471 dt, zaś kukurydzy 832 dt. Plony suchej masy wynosiły odpowiednio 136 dt i 287 dt.

Tabela 1. Porównanie składu chemicznego zielonki z sorga i kukurydzy

Comparison of chemical composition sorghum and maize green forages

Składnik <i>Component</i>	Sorgo <i>Sorghum saccharatum</i>	Kukurydza <i>Zea mays</i>
Sucha masa (%) <i>Dry matter (%)</i>	28,95 ^A	34,49 ^B
Popiół surowy (% SM) <i>Crude ash (% DM)</i>	4,87 ^A	3,49 ^B
Białko ogólne (% SM) <i>Crude protein (% DM)</i>	6,27 ^A	8,73 ^B
Tłuszcz surowy (% SM) <i>Crude fat (% DM)</i>	0,90 ^A	3,23 ^B
Włókno surowe (% SM) <i>Crude fiber (% DM)</i>	31,42 ^A	18,60 ^B
BNW (% SM) <i>NFC (% DM)</i>	56,54 ^A	65,94 ^B
Skrobia (% SM) <i>Starch (% DM)</i>	2,67 ^A	30,32 ^B
Cukier <i>Sugar (% DM)</i>	22,82 ^A	7,51 ^B
NDF (% SM) <i>NDF (% DM)</i>	56,66 ^A	39,16 ^B
ADF (% SM) <i>ADF (% DM)</i>	32,44 ^A	22,29 ^B
Pojemność buforowa (g kwasu mlekowego/100 g SM) <i>Buffer capacity BC</i> (g lactic acid / 100 g DM)	4,06	3,46
Stosunek cukier/pojemność buforowa (C/PB) <i>Water soluble carbohydrates to buffer capacity ratio (WSC/BC)</i>	5,62	2,17

AB - (P≤0,01)

WPLYW TYPU MIESZAŃCA KUKURYDZY NA SKŁAD CHEMICZNY KISZONKI Z CAŁYCH ROŚLIN

EFFECT OF THE TYPE MAIZE HYBRID ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF SILAGE MADE FROM THE WHOLE PLANT

Zbigniew Podkówka, Lucyna Podkówka

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Kukurydza zwyczajna (*Zea mays* L.) jest w naszej strefie geograficznej rośliną bardzo młodą. O dużym zainteresowaniu uprawą kukurydzy przesądziły przede wszystkim jej cechy użytkowe, możliwość wykorzystania całej biomasy nadziemnej rośliny jako paszy, żywności lub surowca przemysłowego. Zasadniczej przyczyny tego zjawiska należy upatrywać we wprowadzeniu do uprawy mieszańców liniowych, które bardzo szybko zastąpiły odmiany populacyjne i mieszańce odmianowe. W mieszańcach liniowych realizuje się praktyczne wykorzystanie zjawiska heterozji poprzez korzystne następstwa krzyżowania odpowiednio dobranych form rodzicielskich [Adamczyk i wsp. 2010].

Celem badań było określenie wpływu typu mieszańca na skład chemiczny kiszonki sporządzonej z całych roślin kukurydzy.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2008 – 2010 na eksperymentalnych mieszańcach kukurydzy pochodzących z HR Smolice i Małopolskiej Hodowli Roślin. W każdym roku pobrano po 7 pojedynczych i trójliniowych mieszańców w 3 lokalizacjach (Kobierzyce, Radzików i Smolice). Próbkę zielonki z kukurydzy zakiszono w słojach o pojemności 1,7 litra. Każda odmiana zakiszona została w 18 powtórzeniach (2 słoje x 3 miejsca pobrania próby x 3 lata badań).

Po 6 tygodniach słoje zostały otworzone, a kiszonki poddano analizom. W próbach określono zawartość podstawowych składników pokarmowych, frakcji włókna pokarmowego i skrobi. Przeprowadzono również badanie strawności substancji organicznej metodą *in vitro*.

WYNIKI

Wpływ typu mieszańca kukurydzy na zawartość podstawowych składników pokarmowych w kiszonki z całych roślin przedstawiono w tabeli 1. Mieszańce pojedyncze

miały mniej białka ogólnego ($P \leq 0,05$) i tłuszczu surowego ($P \leq 0,01$), a więcej związków bezazotowych wyciągowych ($P \leq 0,01$) niż trójliniowe. W zawartości pozostałych składników pozostałych nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych. Typ mieszańca nie miał wpływu na zawartość frakcji włókna pokarmowego w kiszonce z całych roślin kukurydzy (tabela 2).

Tabela 1. Wpływ typu mieszańca kukurydzy na zawartość podstawowych składników pokarmowych i skrobi w kiszonce z całych roślin

Effect of type of hybrid on the content of basic nutrients and starch in the silage of the whole maize plants

Składnik <i>Component</i>	Miara <i>Measure</i>	Pojedynczy <i>Single cross</i> (n = 126)	Trójliniowy <i>Three-way cross</i> (n = 126)
Sucha masa <i>Dry matter</i> (%)	Średnia <i>average</i>	31,82	32,27
	Zakres <i>range</i>	26,19 – 48,71	24,67 – 47,06
	<i>SD</i>	3,60	4,16
Popiół surowy <i>Crude ash</i> (% SM)	Średnia <i>average</i>	5,00	5,12
	Zakres <i>range</i>	3,64 – 7,89	3,65 – 7,69
	<i>SD</i>	0,90	0,95
Białko ogólne <i>Crude protein</i> (% SM)	Średnia <i>average</i>	7,29 ^a	7,76 ^b
	Zakres <i>range</i>	4,52 – 9,62	5,32 – 10,13
	<i>SD</i>	1,10	1,05
Tłuszcz surowy <i>Crude fat</i> (% SM)	Średnia <i>average</i>	3,86 ^A	4,42 ^B
	Zakres <i>range</i>	2,71 – 6,12	2,80 – 5,78
	<i>SD</i>	0,68	0,73
Włókno surowe <i>Crude fiber</i> (% SM)	Średnia <i>average</i>	22,26	22,93
	Zakres <i>range</i>	14,24 – 27,21	14,68 – 28,60
	<i>SD</i>	2,91	3,01
BNW <i>NFC</i> (% SM)	Średnia <i>average</i>	61,57 ^A	59,21 ^B
	Zakres <i>range</i>	53,91 – 70,65	28,26 – 68,14
	<i>SD</i>	3,77	5,38

Skrobia	Średnia <i>average</i>	28,75	27,47
<i>Starch</i>	Zakres <i>range</i>	13,75 – 40,16	15,05 – 41,08
(% SM)	<i>SD</i>	5,84	5,03

ab - ($P \leq 0,05$), AB - ($P \leq 0,01$)

Tabela 2. Wpływ typu mieszańca kukurydzy na zawartość frakcji włókna pokarmowego i strawność substancji organicznej w kiszonce z całych roślin

Effect of type of hybrid on dietary fiber fraction and the digestibility of organic matter in the silage made from whole maize plants

Składnik <i>Component</i>	Miara <i>Measure</i>	Pojedynczy <i>Single cross</i> (n = 126)	Trójliniowy <i>Three-way cross</i> (n = 126)
NDF (% SM)	Średnia <i>average</i>	40,76	41,70
	Zakres <i>range</i>	26,42 – 52,67	27,29 – 52,74
	<i>SD</i>	6,33	5,62
ADF (% SM)	Średnia <i>average</i>	25,34	25,40
	Zakres <i>range</i>	15,97 – 35,55	17,26 – 34,03
	<i>SD</i>	4,48	3,92
ADL (% SM)	Średnia <i>average</i>	3,14	3,09
	Zakres <i>range</i>	1,60 – 5,42	2,01 – 4,84
	<i>SD</i>	0,90	0,70
Strawność substancji organicznej <i>Digestibility of organic matter (%)</i>	Średnia <i>average</i>	28,75	27,47
	Zakres <i>range</i>	13,75 – 40,16	15,05 – 41,08
	<i>SD</i>	5,84	5,03

WYKAZ LITERATURY

1. Adamczyk J., Rogacki J., Cygert H., 2010, Postęp w hodowli kukurydzy w Polsce, artykuł przeglądowy, Acta Sci. Pol., Agricultura, 9 (4), 85-91.

Badania sfinansowane zostały z dotacji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

WPLYW TYPU ZIARNA NA SKŁAD CHEMICZNY KISZONKI Z CAŁYCH ROŚLIN KUKURYDZY

EFFECT OF GRAIN TYPE ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF SILAGE FROM WHOLE MAIZE PLANTS

Zbigniew Podkówka, Lucyna Podkówka

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

W warunkach Polski i Północnej Europy podstawą hodowli jest krzyżowanie komponentów matecznych i ojcowskich reprezentujących przeciwstawne pule genowe. Jednym z komponentów (najczęściej matecznym) jest linia typu zębokształtnego (dent), podczas gdy drugi komponent jest typu szklistego (flint). Linie dent wnoszą do mieszańców potencjał plonowania, lecz są z reguły późniejsze. Linie flint uwczesniają mieszańce i wnoszą do nich cechę tzw. wczesnego wigoru, czyli zdolność rozwoju w mniej korzystnych warunkach termicznych w okresie wiosennym [Adamczyk 2011].

Celem badań było określenie wpływu typu ziarna na skład chemiczny kiszonki sporządzonej z całych roślin kukurydzy

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w 2011 roku na 9 eksperymentalnych mieszańcach kukurydzy pochodzących z Hodowli Roślin Smolice i Małopolskiej Hodowli Roślin. W doświadczeniu wykorzystano odmiany o następujących typach ziarna: dent, semi-dent i semi-flint. Próby zielonek całych roślin kukurydzy pobrano z trzech lokalizacji (Kobierzyce, Radzików i Smolice), a następnie zakiszono w słojach o pojemności 1,7 litra. Każdy mieszaniec zakiszony został w 6 powtórzeniach (po 2 słoje z każdego miejsca pobrania próby).

Po 6 tygodniach słoje zostały otworzone, a kiszonki poddano analizom. W próbach określono zawartość podstawowych składników pokarmowych, frakcji włókna pokarmowego (neutralno-detergentowego NDF, kwaśno-detergentowego ADF i ligniny kwaśno-detergentowej) oraz skrobi. Przeprowadzono również badanie strawności substancji organicznej metodą *in vitro*.

WYNIKI

Wpływ typu ziarna kukurydzy na zawartość podstawowych składników pokarmowych w kiszonki z całych roślin przedstawiono w tabeli 1. Najwięcej tłuszczu surowego znajdowało

się w kiszonkach sporządzonych z roślin mających ziarno typu semiflint, a najmniej z ziarnem typu dent (różnice statystycznie istotne). W zawartości pozostałych składników pozostałych nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych. Typ ziarna nie miał wpływu na strawność substancji organicznej oraz zawartość frakcji włókna pokarmowego w kiszonce kukurydzy sporządzonej z całych roślin (tabela 2).

Tabela 1. Wpływ typu ziarna na zawartość podstawowych składników pokarmowych i skrobi w kiszonce z całych roślin kukurydzy

Effect of grain type on the content of basic nutrients and starch in the silage from whole maize plants

Składnik <i>Component</i>	Miara <i>Measure</i>	Dent (n=18)	Semident (n=18)	Semiflint (n=18)
Sucha masa <i>Dry matter</i> (%)	Średnia <i>average</i>	30,30	30,95	31,35
	Zakres <i>range</i>	27,22 – 36,05	25,42 – 37,54	27,46 – 38,54
	<i>SD</i>	3,22	4,54	3,95
Popiół surowy <i>Crude ash</i> (% SM)	Średnia <i>average</i>	4,70	5,10	4,64
	Zakres <i>range</i>	3,19 – 8,12	4,03 – 7,53	3,80 – 6,20
	<i>SD</i>	1,52	1,13	0,80
Białko ogólne <i>Crude protein</i> (% SM)	Średnia <i>average</i>	7,28	8,41	7,97
	Zakres <i>range</i>	6,10 – 8,97	6,92 – 9,36	6,75 – 9,18
	<i>SD</i>	0,86	0,81	0,63
Tłuszcz surowy <i>Crude fat</i> (% SM)	Średnia <i>average</i>	3,28 ^{Aa}	3,64 ^b	4,03 ^{Bc}
	Zakres <i>range</i>	2,75 – 3,69	2,85 – 4,48	3,48 – 4,55
	<i>SD</i>	0,29	0,51	0,32
Włókno surowe <i>Crude fiber</i> (% SM)	Średnia <i>average</i>	21,79	20,96	21,90
	Zakres <i>range</i>	19,18 – 24,25	19,18 – 23,13	19,13 – 25,23
	<i>SD</i>	1,73	1,21	1,67
BNW <i>NFC</i> (% SM)	Średnia <i>average</i>	62,40	61,89	61,47
	Zakres <i>range</i>	59,46 – 68,61	58,33 – 64,36	57,35 – 65,32
	<i>SD</i>	2,97	1,87	2,21
Skrobia	Średnia <i>average</i>	30,84	30,98	30,69

<i>Starch</i>	<i>Zakres range</i>	27,21 – 36,60	26,07 – 35,48	26,68 – 35,95
(% SM)	<i>SD</i>	3,45	3,43	2,94

ab - ($P \leq 0,05$), AB - ($P \leq 0,01$)

Tabela 2. Wpływ typu ziarna kukurydzy na zawartość frakcji włókna pokarmowego i strawność substancji organicznej w kiszonce z całych roślin

Effect of grain type on the fraction of dietary fiber and the digestibility of organic matter in silage made from whole maize plants

<i>Składnik</i> <i>Component</i>	<i>Miara</i> <i>Measure</i>	Dent (n=18)	Semident (n=18)	Semiflint (n=18)
NDF (% SM)	<i>Średnia average</i>	41,45	39,96	40,79
	<i>Zakres range</i>	39,15 – 43,89	36,18 – 43,53	36,73 – 43,41
	<i>SD</i>	1,89	2,15	2,57
ADF (% SM)	<i>Średnia average</i>	24,08	23,55	22,94
	<i>Zakres range</i>	20,35 – 26,02	22,55 – 25,39	19,79 – 25,03
	<i>SD</i>	1,78	0,94	1,82
ADL (% SM)	<i>Średnia average</i>	2,76	2,56	2,42
	<i>Zakres range</i>	2,04 – 3,54	2,33 – 2,94	2,18 – 2,78
	<i>SD</i>	0,46	0,18	0,22
Strawność substancji organicznej <i>Digestibility of organic matter (%)</i>	<i>Średnia average</i>	70,62	70,35	70,77
	<i>Zakres range</i>	69,59 – 71,59	69,92 – 71,41	68,97 – 73,37
	<i>SD</i>	0,64	0,46	1,45

Badania sfinansowane zostały z dotacji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

WARTOŚĆ POKARMOWA ORAZ JAKOŚĆ KISZONKI Z KUKURYDZY W ZALEŻNOŚCI OD WYSOKOŚCI CIĘCIA ORAZ DODATKU KISZONKARSKIEGO

EFFECT OF CUTTING HEIGHT AND SILAGE ADDITIVES ON NUTRITIONAL VALUE AND QUALITY OF MAIZE SILAGE

Hanna Sulewska, Grażyna Szymańska, Robert Idziak, Karolina Śmiatacz

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

sulewska@up.poznan.pl

Kiszenie jest procesem mającym na celu przygotowanie pasz z roślin o dużej zawartości wody, tak aby straty składników pokarmowych były jak najmniejsze (Adesogan, 2006). W trakcie kiszenia pod wpływem mikroorganizmów, zachodzą procesy fermentacyjne, w wyniku których powstają kwasy organiczne, a przede wszystkim kwas mlekowy (McDonald et al., 1991). Podatność na zakiszanie jest ważnym czynnikiem determinującym jakość i strawność uzyskanej paszy (Ashbell et al., 2002). Ze względu na wysoką zawartość węglowodanów, niską białka i popiołu kukurydza jest jedną z najlepiej kiszących się roślin, dających paszę charakteryzującą się dobrymi właściwościami, a więc wysoką strawnością i korzystnym wpływem na metabolizm u zwierząt (Hasselmann et al., 1998). Kukurydza zakisza się praktycznie sama bez żadnych dodatków, prawie w każdych warunkach, jednak często uzyskuje się wtedy kiszonki słabej jakości. W celu poprawienia procesu zakiszania stosuje się różne chemiczne i biologiczne dodatki (Adesogan and Salawu, 2004; Sucu and Filya, 2006; Adesogan et al., 2007). Jakość kiszonki jest determinowana przez dostępność tlenu. Obecność tlenu sprzyja rozwojowi bakterii gnilnych, pleśni itd., dlatego zakiszanej paszy należy stworzyć warunki beztlenowe (Woolford, 1990). Zatem ważnym jest znalezienie takich dodatków, które od samego początku zakiszania, będą hamować rozwój bakterii gnilnych i grzybów oraz chronić kiszonkę przed warunkami tlenowymi (Filya et al., 2006).

Dla uzyskania dobrego surowca do zakiszania o zawartości suchej masy na poziomie 30-35%, zbiór kukurydzy powinien mieć miejsce, gdy ziarniaki są w dojrzałości mleczno-woskowej (Daccord et al., 1996), co zapobiega wypływowaniu soków kiszonkowych i stratom składników pokarmowych (Kowalik i Michalski, 2006). Zawartość suchej masy w plonie roślin kukurydzy uzależniona jest między innymi od warunków agrotechnicznych, takich jak obsada roślin i wysokość cięcia w trakcie zbioru (Caetano et al., 2011).

Dolne fragmenty łodyg kukurydzy uważa się za mniej wartościowe, słabiej trawione (Tolera and Sundstl, 1999). Podwyższenie wysokości cięcia roślin przy zbiorze zwiększa

udział kolb i zawartość suchej masy w materiale do zakiszania (Kowalik i Michalski, 2006), wpływając na poprawę strawności paszy oraz wydajność zwierząt (Curran and Posch, 2000; Bernard et al., 2004). Wzrost wysokości cięcia prowadzi jednak do spadku plonu kukurydzy, ale dzięki lepszej jego jakości, zdaniem Undersander i in. (1993), wzrasta potencjalna produktywność paszy wyrażona produkcją mleka. Nylon i Kung (2003) podają, że zwiększenie wysokości cięcia roślin przy zbiorze może poprawiać wartość pokarmową paszy z kukurydzy. Z kolei Wu i Roth (2005) stwierdzili, że zwiększenie wysokości cięcia w trakcie zbioru wpływało na wzrost zawartości białka surowego i energii netto z wyjątkiem włókna detergentowego obojętnego (NDF).

Celem badań było określenie wpływu dodatków kiszonkarskich na stabilność tlenową i wartość pokarmową kiszonki z kukurydzy w zależności od wysokości cięcia kukurydzy w trakcie zbioru.

Część polową doświadczenia przeprowadzono w latach 2006–2007 wysiewając kukurydzę odmiany PR 39A98 (FAO 240), z przeznaczeniem na kiszonkę, na polach Stadniny Koni „Pępowo” Sp. z o.o. Zbiór roślin przeprowadzono przy zawartości suchej masy mieszczącej się w granicach 30–35 %, sieczkarnią samobieźną marki John Deere 6650. Doświadczenie przeprowadzono jako dwuczynnikowe, w którym jako I czynnik rozlosowano wysokość cięcia roślin kukurydzy: **20 cm, 30 cm, 40cm**. Drugi czynnik stanowił dodatek kiszonkarski: **Inokulant 11A44, Inokulant 1132, Bioprofit, Pro-Stabil AP 80 L** oraz **obiekt kontrolny** bez dodatków konserwujących. Zebrany materiał zakiszono w mikrosilosach z polietylenu, które przechowywano w temperaturze 10–15 °C. Po sześciu miesiącach mikrosilosy otworzono i w otrzymanej kiszonce oznaczono zawartość suchej masy, białka surowego, skrobi, NDF, ADF, popiołu surowego oraz kwasu mlekowego, octowego, masłowego, propionowego, etanolu i pH kiszonki, metodą spektroskopii odbiciowej w bliskiej poczerwieni – NIRS, wykorzystując Foss NIR System 5000 skalibrowany w University of Padova. Pomiar temperatury wykonywano przy pomocy Hydrochron Temperature&Humidity iButtons DS1923-F5#, Embedded Data Systems, LLC., co 30 minut od otwarcia mikrosilosów do momentu jej ustabilizowania.

Przeprowadzona analiza statystyczna wyników badań wykazała istotny wpływ stosowania dodatków kiszonkarskich na wzrost zawartości popiołu surowego w porównaniu do obiektu kontrolnego. Stwierdzono również tendencję do wzrostu zawartości kwaśnego włókna detergentowego (ADF) w kiszonce sporządzonej przy użyciu wszystkich badanych dodatków kiszonkarskich, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Odwrotną tendencję stwierdzono w przypadku zawartości skrobi w kiszonce.

Stosowanie badanych dodatków kiszonkarskich istotnie obniżyło w porównaniu z kontrolą zawartość w kiszonce kwasu mlekowego, natomiast podniosło koncentrację etanolu, za wyjątkiem dodatku Pro-Stabil AP 80. Zróżnicowanie wysokości cięcia roślin kukurydzy istotnie różnicowało takie cechy jak: zawartość suchej masy, skrobi oraz kwaśnego włókna detergentowego. Najwyższą zawartością skrobi oraz suchej masy charakteryzowały się rośliny koszone na wysokości 40 cm. Wysokość cięcia 20 i 30 cm nie różnicowała wartości tych cech. Również cechy jakościowe kiszonki z kukurydzy ulegały istotnym zmianom pod wpływem wysokości cięcia. Podniesienie wysokości cięcia z 20 do 40 cm prowadziło do obniżenia zawartości w kiszonce kwasu mlekowego, octowego, propionowego oraz etanolu.