

Wpływ ilości, rodzaju i wielkości cząstek pasz włóknistych na czas pobierania, przeżuwania i produktywność krów mlecznych

Wacław Łuczak, Jerzy Preś,
Rafał Bodarski, Stefania Kinał

AR we Wrocławiu

Duży dodatek pasz treściwych dla wysoko wydajnych krów mlecznych wpływa na osłabienie własności strukturalnych dawki i w konsekwencji prowadzi do zaburzeń fizjologicznych. Dodatkowo cięcie materiału kiszonkarskiego i stosowanie nowej techniki żywienia w postaci TMR powoduje rozdrabnianie pasz włóknistych, co również ujemnie wpływa na właściwości strukturalne dawki. Ostatnio w literaturze spotyka się sporo nowych danych dotyczących m.in. tzw. indeksu włóknistości i rozdrobnienia cząstek w dawkach dla krów mlecznych. Informacje te zostaną przedstawione w niniejszym opracowaniu.

Indeks włóknistości pasz

Indeks włóknistości IW (fibrosity index – FI) jest określany jako czas żucia (czas pobierania paszy i przeżuwania w minutach) 1 kg suchej masy paszy lub dawki. Wprowadzono go w 1971 roku, a Sauvant i wsp. [17] zebrali dane o 50 paszach i dawkach, dla których IW wahał się od 21,0 do 75,0 min/kg s.m. Wartości dla wybranych pasz podano w tabeli 1.

Tabela 1
Charakterystyka pobierania paszy i przeżuwania u krów mlecznych [17]

Wyszczególnienie	Pasza objętościowa (kg s.m.)	Pasza treściwa (kg s.m.)	Razem (kg s.m.)	Pobieranie (minut)	Przeżuwanie (minut)	Wskaźnik IW (min/kg s.m.)
Kiszonka z traw	9,6	9,8	19,4	464	418	45,5
Kiszonka z traw	13,2	8,2	21,4	474	341	38,1
Kiszonka z kukurydzy	11,4	5,6	17,0	461	420	51,8
Kiszonka z kukurydzy	12,5	8,4	20,9	277	509	37,6
Siano z lucerny	16,3	8,0	24,3	210	320	21,8
Siano łąkowe	5,3	18,3	23,6	293	463	32,0
Siano łąkowe	10,2	4,2	14,4	544	470	70,4

Indeks włóknistości może być użyty jako wskaźnik własności strukturalnych dawki. Z jego obniżeniem jest związane spowolnienie motoryki żwacza i mniejsze wydzielanie śliny, często wpływa na obniżenie zawartości tłuszczu w mleku. Oznaczanie indeksu włóknistości jest czasochłonne.

Rozdział cząstek i ustalenie ilości peNDF (physically effective NDF = strukturalnie efektywne NDF)

W laboratoriach amerykańskich wprowadzono metodę standardową oceny struktury paszy, według Amerykańskiego To-

warzystwa Inżynierii Rolniczej ASAE. W praktyce mało nadaje się ona do zastosowania przez farmerów i oceny TMR, poza tym jest także droga. W metodzie tej sita mają wymiary: długość – 565 mm, szerokość 406 mm; a otwory w sitach od góry mają następujące wielkości (mm): 19,0; 12,7; 6,3; 3,96 i 1,17. Lammers i wsp. [9] zaproponowali uproszczoną metodę – 2 sita o otworach 19,0 i 8,0 mm. Zbiera się więc 3 frakcje, gdyż materiał najdrobniejszy pozostaje na dnie. Ta ocena struktury paszy nosi nazwę PSPS – Penn State Particle Separator (Uniwersytet Stanowy w Pensylwanii jest miejscem pracy autorów tej metody). Cytowani autorzy przebadali 32 kiszonki z kukurydzy, 33 sianokiszonki z traw i 26 prób TMR metodą ASAE i własną PSPS. Dla zasadniczej większości prób nie stwierdzono istotnych różnic. Ostatnio Kononoff i Heinrichs [7] zaproponowali dodatkowe sito do metody PSPS – o oczkach 1,18 mm.

Tabela 2
Udział (w %) wielkości cząstek w paszach treściwych [11]

Pasza	n	Średnia wielkość cząstek (mm)	Wielkość cząstek		
			<0,3 mm	>1,18 mm	>3,35 mm
			% powietrznie suchej próbki		
Jęczmień gnieciony	1	3,24	0,0	98,9	48,8
Owies łuskany	1	1,81	6,2	76,5	36,7
Cytrusy nierozdrobnione	1	2,59	2,8	76,0	47,4
Brykiety z kukurydzy śrutowane	1	1,23	8,3	55,7	12,6
Kukurydza śrutowana	2	1,00	10,6	47,6	3,2
Gluten kukurydziany	6	0,96	9,0	36,2	3,0
Jęczmień śrutowany	1	0,73	14,3	33,6	0,0
Otręby pszenne	2	0,86	9,8	33,3	0,0
Śruta sojowa	10	0,75	10,0	22,9	0,0
Młóto	5	0,69	11,6	17,6	0,0
Łuski arachidowe śrutowane	4	0,59	18,4	12,3	0,1
Odpady piekarnicze	3	0,72	3,3	9,0	0,0
Śruta słonecznikowa	1	0,46	27,3	9,0	0,0
Susz lucerny	3	0,31	49,9	5,6	0,0
Śruta rzepakowa	3	0,47	23,7	4,8	0,0
Wywar zbożowy	4	0,49	20,4	4,1	0,0
Łuski sojowe śrutowane	9	0,45	24,4	2,9	0,0
Pszenica paszowa	5	0,39	29,8	1,8	0,1
Ryż paszowy	1	0,36	32,2	0,5	0,0

Według Lammersa i wsp. [9] kiszonki zawierają 50-60% cząstek (świeże odświeżone i wysuszone) w suchej masie >1 i 2 cm (0,8 i 1,9 cm), TMR – 30-60% cząstek >1 i 2 cm. Zalecane wielkości dla kiszonek z kukurydzy i lucerny wynoszą: 2 cm 5-10%; 1 cm 40-50%; <1 cm 40-50%, a dla TMR odpowiednio: 5-10%, 30-50% i 40-50%. Wielkość cząstek w paszach treściwych podano w tabeli 2.

W rozdziale cząstek, wg Lammersa i wsp. [9], 150 g próbki świeżej paszy daje się na sita o otworach 19 mm i 8 mm, stosuje się wytrząsanie mechaniczne dwa razy po 5 godzin dla każde-

go sita, łącznie 40 godzin. Każda frakcja jest ważona i analizowana na suchą masę. Następnie oznaczane jest fizycznie efektywne włókno neutralne detergentowe (peNDF) jako proporcja zawartości suchej masy cząstek zatrzymanych na sitach 0,8 cm i 1,9 cm, pomnożona przez ilość NDF (włókno neutralne detergentowe) w suchej masie TMR czy dawki (w %). Fizycznie peNDF to właściwie NDF zawarty w cząstkach o wielkości powyżej 1 i 2 cm.

Mertens [11] podaje inny sposób wyliczania peNDF, powiązany z przeżuwaniem charakterystycznym dla każdej paszy (pef – physical effectiveness factor). Do norm NRC (2001) nie zdecydowano się na razie wprowadzić tego pojęcia, gdyż za mało wykonano badań nad jego znaczeniem i korelacją z NDF ogólnym. Według Mertensa [12], uzyskanie peNDF na poziomie 19,7% s.m. w żywieniu krów rasy hf jest niezbędne dla utrzymania zawartości tłuszczu mleka 3,4%, a wartość 22,3% peNDF gwarantuje osiągnięcie w płynie żwacza pH=6,0.

Grupa specjalistów kanadyjskich [13] przeanalizowała dokładnie systemy żywienia krów na 40 fermach, liczących od 40 do 250 krów. Średnia dobowa wydajność mleka wynosiła 30 kg, a zawartość tłuszczu i białka odpowiednio; 3,81 i 3,36%. Dawki złożone były z kiszonki i sianokiszonki z lucerny czystej i z trawami, z kiszonki z kukurydzy, z siana z lucerny i traw, z GPS (jęczmień) oraz z pasz treściwych. W tabeli 3 podano strukturę cząstek pasz podstawowych (kiszonki) i TMR, oznaczoną metodą PSPS [9].

Tabela 3
Struktura cząstek pasz i TMR (%) w gospodarstwach mlecznych Kanady [13]

Wyszczególnienie	Mediana	Odchylenie standardowe	Wartość		Zalecenia
			min.	maks.	
Kiszonka z lucerny (n=25)					
>19 mm	18,4	11,2	5,6	69,9	5-10
>8 mm	43,9	9,3	25,7	47,5	40-50
przesiew	34,4	13,8	11,7	63,0	40-50
peNDF, % s.m.	27,1	8,1	15,1	49,0	
Kiszonka z kukurydzy (n=24)					
>19 mm	5,4	3,4	2,9	18,9	5-10
>8 mm	40,2	12,5	18,4	70,5	40-50
przesiew	33,9	12,2	21,9	72,5	40-50
peNDF, % s.m.	21,6	5,6	13,4	33,5	
TMR (n=30)					
>19 mm	11,9	10,8	2,6	68,8	5-10
>8 mm	30,8	8,5	18,4	49,5	30-50
przesiew	52,8	12,6	22,0	72,5	40-60
peNDF, % s.m.	16,1	6,5	7,7	37,3	

Wpływ długości cięcia traw przy kiszeniu na czas ich pobierania i przeżuwania

Badacze belgijscy – De Boever i wsp. [5], przebadali czas pobierania i przeżuwania 19 kiszonek z traw (o zawartości suchej masy od 16 do 50%) przez krowy hf o masie ciała ok. 630 kg i wydajności 14 kg (do pomiaru czasu użyto specjalnej aparatury). Czas pobierania wahał się od 17,2 do 35 min/kg s.m., czas przeżuwania – od 39,7 do 61,9 min/kg s.m. pobranej (DMI – dry matter intake). Indeks przeżuwania wzrastał w miarę opóźniania terminu zbioru, a spadał przy krótszym cięciu (24 mm). Kiszonki z traw świeżych były dłużej pobierane i przeżuwane (gorsza smakowitość i większa zawartość wody). Wybrane wyniki badań przedstawiono w tabeli 4.

Główny wpływ na długość pobierania i przeżuwania kiszonek z traw miała zawartość włókna neutralnego detergentowego (NDF), czyli umownie włókna surowego (75 do 82% wariacji). Obserwuje się wyraźny wpływ zawartości NDF na zwiększenie czasu pobierania i przeżuwania. Długość cięcia trawy zakiszanej ma nieduży wpływ na te procesy. Natomiast wyraźne zmniejszenie czasu pobierania i przeżuwania występuje

Tabela 4
Czas pobierania i żucia kiszonek z traw w minutach na kg s.m. [5]

Wyszczególnienie	n	Pobieranie	Przeżuwanie	Łącznie
Zawartość włókna (termin zbioru)				
42 do 46% NDF	10	23,0	43,9	66,9
46 do 50% NDF	4	26,6	47,2	73,8
50 do 55% NDF	5	27,7	55,4	83,1
Długość cięcia				
>50 mm	4	23,7	48,2	71,9
10 do 30 mm	15	25,3	47,5	72,8
Sposób kiszenia				
bezpośrednio <23% s.m.	5	30,4	49,9	80,3
podsuszone >28% s.m.	14	23,1	46,8	69,9

przy podawaniu kiszonek z traw przewiedniętych lub poduszonych, w porównaniu do kiszonek z traw świeżych.

Badacze holenderscy [4] prowadzili obserwacje na krowach przetokowanych w I i II laktacji, podając im do woli sianokiszonki z traw o różnej zawartości NDF – od 44 do 67% w s.m. Obok procesów zachodzących w żwaczu określano czas pobierania pasz i ich przeżuwania. Stwierdzono, że jeśli czas przeżuwania przekraczał 9 godzin na dobę, to dalszy wzrost NDF nie powodował przedłużenia czasu przeżuwania tylko następował spadek pobierania kiszonek. Zatem wynika z tego wniosek, że długie przeżuwanie męczy krowy fizycznie. Czas pobierania paszy i przeżuwania wydłużał się wraz ze wzrostem zawartości składników ścian komórek. Wielkość cząstek w kale wzrastała wtedy równolegle. Zawartość żwacza (w s.m.) wzrastała przy dodatku pasz treściwych, ale nie miała związku z zawartością włókna w kiszonkach z traw poduszonych. Czas pobierania wynosił od 21,5 do 38,3 min/kg s.m., a czas przeżuwania od 36,9 do 57,3 min/kg s.m. Pobieranie kiszonek wahało się od 10 do 14 kg s.m. na dzień i sztukę. Porównując wyniki uzyskane przez specjalistów belgijskich i holenderskich stwierdzić należy, że były one podobne.

Jak twierdzi Flachowsky [6], przewaga wartości pokarmowej traw nad motylkowymi zanika wtedy, gdy krowy mają wysoką wydajność i pobierają dużo suchej masy w dawce, co wiąże się z szybszym przepływem (pasażem) treści żwacza do trawieńca. Przy pobraniu 20 kg s.m., rozkład ścian komórek roślin motylkowatych jest wyższy niż traw (tab. 5). Według Offnera i Sauwanta (cyt. za [6]), maksimum rozkładu węglowodanów ścian komórek zachodzi przy pH w żwaczu w granicach 6,1 do 6,6.

Tabela 5
Wpływ pobrania paszy i czasu pasażu na rozkład ścian komórek paszy w żwaczu [6]

Wyszczególnienie	Pobranie paszy (kg s.m./dzień)			
	6	12	18	24
	szybkość pasażu (%/godz.)			
	2,0	5,0	8,0	11,0
Rozkład ścian komórek w paszy				
słoma, %	45,0	35,0	25,0	15,0
trawa (życica), %	85,0	78,0	70,0	62,0
lucerna, %	75,0	72,0	68,0	65,0
koniczyna biała, %	82,0	78,0	74,0	70,0

Wpływ długości cięcia i zgniatania całych roślin kukurydzy na procesy fizjologiczne i produkcję mleka u krów

Kononoff i Heinrichs [7] przeprowadzili badania nad wpływem długości cięcia całych roślin kukurydzy o zawartości ok. 30% s.m. – kukurydza zbierana siewkarnią John Deer, teoretyczna długość cięcia (TDC) 22,3 mm i siewkarnią New Holland,

TDC 4,8 mm (nie stosowano zgniataczy) – na procesy fizjologiczne i produkcję mleka u krów po ocieleniu. Udział cząstek w zakiszanej masie w zbiornikach przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6
Udział cząstek w zakiszanej kukurydzy, % suchej masy [7]

Wielkość cząstek	Cięcie długie (2,2 cm)	Cięcie krótkie (0,5 cm)
>19 mm	25,9	6,8
19,0-8,0 mm	59,3	65,2
8,0-1,18 mm	14,2	27,1
<1,18 mm	0,6	0,9
Średnia geometryczna (mm)	12,9	9,2

Strawność NDF (włókno neutralne detergentowe) i ADF (włókno kwaśne detergentowe) była o 4-5 jednostek wyższa przy dłuższym cięciu, również energia netto laktacji (NEL) była nieco wyższa (o 0,07). Zawartość lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) i azotu amoniakalnego (N-NH₃) w płynie żwacza były prawie identyczne. Dzienna wydajność mleka była nieco wyższa przy krótkim cięciu (49,4 kg) niż przy dłuższym (47,5 kg), ale po przeliczeniu na FCM uzyskano wartości podobne (48,3 i 47,7 kg), gdyż procent tłuszczu przy krótkim cięciu uległ obniżeniu. Pobranie suchej masy (25,7 i 26,1 kg) oraz czas przeżuwania były niezależne od długości cięcia zakiszanej kukurydzy.

Bal i wsp. [2] oceniali wpływ długości cięcia całych roślin kukurydzy i procesu zgniatacia na procesy fizjologiczne i produkcję mleka u krów. Całe rośliny kukurydzy zbierano w końcu dojrzałości mleczno-woskowej (35% s.m.). Kukurydzę w grupie kontrolnej cięto na ok. 1 cm bez zgniatacia. W grupach doświadczalnych stosowano zgniatacie i 3 rodzaje długości cięcia – ok. 1 cm, 1,5 cm i ok. 2 cm. Stosowano TMR przy stosunku pasz objętościowych do treściwych 50:50 (objętościowe kiszunki z kukurydzy i lucerny 2:1). Udział cząstek w zakiszanej kukurydzy oraz w TMR przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7
Udział cząstek w zakiszanej kukurydzy oraz w TMR [2]

Wyszczególnienie	Pozostałość na sitach (w % całości)		
	średnica oczek sita		reszta
	>18 i 27 mm	>9 i 6 mm	
Kiszunka z kukurydzy			
1. ok. 1,0 cm bez zgniatacia	7,5	80,3	12,2
2. ok. 1,0 cm + zgniatacie	1,5	70,2	28,3
3. ok. 1,5 cm + zgniatacie	9,9	72,4	17,7
4. ok. 2,0 cm + zgniatacie	21,5	57,6	20,9
TMR			
z kiszunką nr 1	6,1	48,9	45,0
z kiszunką nr 2	3,0	46,5	50,5
z kiszunką nr 3	6,0	45,8	48,2
z kiszunką nr 4	10,5	41,0	48,5

Stosowane zabiegi nie zmieniły pobrania paszy (25,3-25,9 kg s.m.), ani wskaźników fermentacji w żwaczu. Strawność składników pokarmowych była podobna, poza składnikami włókna. Proces zgniatacia obniżył istotnie strawność NDF i ADF przy długości cięcia 1 i 1,5 cm, natomiast przy cięciu na 2 cm tego obniżenia nie odnotowano. Ilość mleka była podobna (44,8-46,1 kg), natomiast zgniatacie kukurydzy przy zbiorze podwyższyło istotnie ilość tłuszczu w mleku. Ilość azotu mocznika w mleku (MUN) wynosiła 18,6 i 19,5 mg/dl. Podobne badania prowadzili badacze niemieccy – tabela 8.

Tabela 8
Rozkład na sitach frakcji cząstek kiszunki z kukurydzy (w %) [18]

Kiszunki z kukurydzy (cięcie i zgniatacie)	Wielkość cząstek kiszunki (%)				całe ziarna lub kawałki
	<5 mm	5-10 mm	10-20 mm	>20 mm	
Kiszunka 27% s.m.					
4 mm bez zgniatacia	18,0	66,5	14,3	1,0	0
8 mm bez zgniatacia	12,9	60,5	22,6	4,0	0
Kiszunka 30-32% s.m.					
6 mm ze zgniataciem	56,5	36,2	6,6	0,7	9,6*
8 mm bez zgniatacia	44,5	40,9	11,1	3,5	15,2
8 mm ze zgniataciem	33,8	58,4	7,1	0,7	9,1*
Kiszunka >35% s.m.					
4 mm bez zgniatacia	21,9	27,6	42,8	7,7	25,9
4 mm ze zgniataciem	28,8	42,1	24,8	4,3	15,8*
8 mm bez zgniatacia	13,9	21,8	54,4	9,9	38,5
8 mm ze zgniataciem	24,0	40,3	30,8	4,9	19,1*

*tylko kawałki ziarna

Wyniki badań amerykańskich i niemieckich w zakresie cięcia kukurydzy przeznaczonej na kiszunkę nieco się różnią. Amerykańscy specjaliści zalecają cięcie kukurydzy na długość 1-2 cm, a niemieccy na 0,5-0,8 cm. Wiąże się to z różną zawartością suchej masy w zakiszonym materiale, która w warunkach amerykańskich wynosi ok. 30%, a w warunkach niemieckich powyżej 35%. Szersze omówienie zastosowania kukurydzy w żywieniu wysoko wydajnych krów mlecznych znaleźć można w artykule Presia i wsp. [14].

Wpływ wielkości cząstek lucerny suszonej i kiszonej oraz pasz treściwych na procesy fizjologiczne i produkcję mleka u krów

Specjaliści kanadyjscy [16] sprawdzali wpływ długości cząstek pasz objętościowych (6 lub ok. 8 mm), mielenia ziarna jęczmienia (1,6 i 1,36 mm) oraz ilości NDF i ADF na trawienie i wydajność krów mlecznych. Nie stwierdzono wyraźnych zmian w trawieniu, w procesie fermentacji i w wydajności krów. Większe cząstki pasz objętościowych i ziarna wpłynęły na wzrost tłuszczu w mleku i wzrost trawienia NDF i ADF. Ten sam zespół specjalistów [3] badał wpływ wielkości cząstek kiszunki i siana z lucerny oraz ilości siana w dawce TMR na procesy fizjologiczne i produkcję mleka u krów. Rozkład cząstek (wg PSPS) w kiszonce i sianie z lucerny przedstawiono w tabeli 9. W badaniach tych mierzono parametry zwią-

Tabela 9
Rozkład cząstek (wg PSPS) w kiszonce i sianie z lucerny [3]

Wyszczególnienie	Udział cząstek, % s.m.		
	kiszunka z lucerny	siano z lucerny pocięte	siano z lucerny zmielone
Wielkość cząstek			
>19 mm	4,7	24,8	0,0
>8 mm	68,7	24,7	0,6
<8 mm	26,7	50,5	99,4
peNDF, % (wg Lammersa i wsp., 1966)	73,4	49,5	0,6
peNDF, % (wg Mertensa, 1977)	85,0	80,0	40,0

zane z przeżuwaniem i wydzielaniem śliny. Wyniki przedstawiono w tabeli 10.

Cięcie lub mielenie siana nie miało wpływu na fermentację w żwaczu i wydajność krów. Natomiast wzrost udziału siana w paszach objętościowych z 50 do 75% istotnie zmniejszył

Tabela 10

Aktywność żucia i produkcja śliny u krów karmionych dawką o różnym stosunku kiszonki z lucerny do siana z lucerny oraz o różnej wielkości cząstek paszy [3]

Wyszczególnienie	Kiszonka:siano (50:50)		Kiszonka:siano (25:75)	
	siano cięte	siano mielone	siano cięte	siano mielone
Pobieranie, godz./dzień	4,8	4,2	4,7	5,3
minut/kg s.m.	12,5	10,8	14,8	15,5
minut/kg NDF	34,5	32,9	42,2	46,6
Przeżuwanie, godz./dzień	7,3	6,2	7,0	4,6
minut/kg s.m.	19,1	15,7	20,8	13,5
minut/kg NDF	52,7	48,1	59,1	40,5
Pobieranie i przeżuwanie łącznie, godz./dzień	12,1	10,4	11,7	9,9
minut/kg s.m.	31,6	26,5	36,5	28,9
minut/kg NDF	87,1	81,0	101,3	87,1
Dopływ śliny, ml/g s.m.	3,7	2,6	2,7	3,7
Dopływ śliny x czas pobierania, l/dzień	58,9	50,8	48,5	68,7
Dopływ śliny x pobieranie s.m., l/dzień	81,8	59,7	55,5	75,9

pobieranie paszy (21,5 i 18,7 kg s.m.) i wydajność krów (29,3 i 26,3 kg) oraz trawienie NDF i ADF. Mielenie siana wyraźnie zmniejszyło dopływ białka mikrobiologicznego do dwunastnicy.

W innym doświadczeniu [8] lucernę zbierano na początku kwitnienia, podsuszano do 35% s.m. i zakiszano. Używano sieczkarni John Deer, która tnie na długość ok. 2 cm (22 mm). Część kiszonki powtórnie cięto sieczkarnią New Holland na długość ok. 0,5 cm. Utworzono cztery grupy: A – kiszonka krótko cięta (0,5 cm); B – przewaga kiszonki krótko ciętej, C – przewaga kiszonki długo ciętej i D – kiszonka długo cięta (ok. 2 cm). W tabeli 11 podano strukturę cząstek dla TMR.

Tabela 11

Struktura cząstek dla TMR: kiszonka z kukurydzy 50%, kiszonka z lucerny 50% [8]

Wyszczególnienie	Procentowy udział cząstek w s.m. grupa			
	A	B	C	D
>19 mm	3,0	12,3	21,9	31,4
19-8 mm	28,3	24,8	21,1	17,5
8-1,18 mm	49,0	43,7	38,4	33,0
<1,18 mm	19,7	15,2	18,6	18,1
peNDF, % (wg Lammersa i wsp., 1996)	25,7	26,2	26,4	26,7

Pobranie paszy było wyraźnie wyższe dla grupy A (0,5 cm) – 23,4 kg s.m. w stosunku do 20,1 kg s.m. w grupie D (przy cięciu ok. 2 cm). Różnice w czasie dla pobierania pasz i przeżuwania były niewielkie. Strawność składników pokarmowych była lepsza przy krótkim cięciu (masa organiczna 68,4% w stosunku do 65,4% przy długim cięciu). W trawieniu NDF i ADF też nieco wyższe wartości uzyskano w przypadku krótkiego cięcia. Wartość energetyczna TMR w tej grupie była więc nieco wyższa. W żwaczu fermentacja w tej grupie była bardziej nasiloną – więcej LKT. W wydajności krów nie stwierdzono żadnych różnic (36,0 kg mleka przy krótkim i długim cięciu), a skład mleka był podobny.

Struktura cząstek pasz w dawce dla krów zasuszonych (okres przejściowy – 3-4 tygodnie przed ocieleniem)

Zagadnienie to, jak do tej pory, nie znajduje u specjalistów większego zainteresowania. W okresie wstępnym zasusza-

nia podaje się często kiszonki z dodatkiem słomy, a wtedy sprawa struktury cząstek, ilości fizycznie aktywnego włókna neutralnego detergentowego oraz czasu przeżuwania nie budzi żadnych zastrzeżeń. Jeśli stosuje się w okresie przejściowym normalny TMR rozcieńczony słomą, również ta sprawa jest rozwiązana w dużej mierze. Natomiast w przypadku stosowania innych dawek należy pewną uwagę poświęcić strukturze cząstek. Jako pewien przykład mogą służyć dwie praktyczne dawki dla krów przed wycieleniem, stosowane w fermach amerykańskich [10], a przedstawione w tabeli 12.

Tabela 12

Skład i struktura cząstek dawek pokarmowych, podawanych krowom na dwóch fermach amerykańskich w przejściowym okresie zasuszenia [10]

Wyszczególnienie	Dawki pokarmowe (skład w s.m., %)	
	ferma 1	ferma 2
Kiszonka z kukurydzy	22,1	32,5
Kiszonka z lucerny, 35% s.m.	8,5	–
Siano z lucerny z trawami	14,9	9,3
Sucho wysłodki	–	13,4
Ziarno kukurydzy kiszone	21,3	–
Ziarno kukurydzy mielone	–	18,6
Wywar kukurydziany	2,2	–
Pełne nasiona bawełny	6,2	–
Śruta sojowa	–	9,8
Struktura cząstek (% w świeżym materiale)		
>19 mm	8,0	3,1
8-19 mm	47,1	36,1
<8 mm	44,9	60,8

W porównaniu do zaleceń specjalistów amerykańskich w dawkach tych trochę za niski jest udział frakcji powyżej 19 mm. Specjaliści zalecają bowiem, aby 7-10% paszy objętościowej było cięte na cząstki o długości 3-4 cm.

Obecnie niektórzy specjaliści amerykańscy [1, 7, 15] zalecają w żywieniu krów przed i po ocieleniu pasze zawierające specjalne włókno, tzw. NFFS – non forage fiber sources. Są to najczęściej łuski nasion bawełny lub soi. Włókno tych łusek jest dobrze trawione i zawiera dużo fizycznie aktywnego NDF. Łuski stosowane w ilości 16-20% polepszają strukturę cząstek i wydłużają czas przeżuwania. Ma to istotny, pozytywny wpływ na wydzielanie śliny, buforowanie treści żwacza i wartość pH.

Podsumowanie

Zalecane wielkości trzech frakcji cząstek, określone metodą PSPS, wynoszą: dla kiszonek z kukurydzy i lucerny – >2 cm 5-10%, >1 cm 40-50% i <1cm 40-50%; dla TMR odpowiednio – 5-10%, 30-50% i 40-50%. Kiszonki z traw pociętych na ok. 2 cm lub nie ciętych wykazują podobne właściwości w zakresie czasu pobierania i przeżuwania. Całe rośliny z kukurydzy, zakiszane przy zawartości ok. 30% s.m. i cięte na ok. 2 cm, wykazują wyższe strawności NDF i ADF. Dodatkowe zgniatanie kukurydzy przy cięciu na 0,5 cm nie daje efektu w produkcji mleka. Zalecenia amerykańskie i niemieckie w sprawie cięcia kukurydzy przed kiszeniem różnią się z uwagi na inny termin zbioru. Amerykańscy specjaliści zalecają cięcie na 1-2 cm, przy zawartości suchej masy ok. 30%, a niemieccy – na 0,5-0,8 cm, przy 35% s.m. Stopień rozdrobnienia kiszonki z lucerny nie wpływa na wskaźniki fizjologiczne. NDF dłuższych cząstek jest lepiej trawione (wyższy procent tłuszczu w mleku). Optymalny poziom fizycznie efektywnego NDF (peNDF) wynosi ok. 20% s.m. dawki.

Literatura: 1. Allen M.S., 2000 – Journal of Dairy Science 83, 1598-1624. 2. Bal M.A., Shaver R.D., Jirovec A.G., Shinnors K.J., Coors J.G., 2000 – Journal of Dairy Science 83, 1264-1273. 3. Beauchemin K.A., Yang W.Z., Rode L.M., 2003 – Journal of Dairy Science 86, 630-643. 4. Bosch N.W., Lammes-Wienhoren S.C.W., Bangma G.A., Boer H., van Andrichen P.W.M., 1992 – Livestock Production Science 32, 265-281. 5. De Boever J.D., De Smet A., De Brabander D.L., Boucque C.V., 1993 – Journal of Dairy Science 76, 140-153. 6. Flachowsky G., 2004 – Hulsenburger Gespräche, 19-36. 7. Kononoff P.J., Heinrichs A.J., 2003 – Journal of Dairy Science 86, 2438-2451. 8. Kononoff P.J., Heinrichs A.J., 2003 – Journal of Dairy Science 86, 1445-1457. 9. Lammers B.P., Buckmaster D.R., Heinrichs A.J., 1996 – Journal of Dairy Science 79, 922-926. 10. Mashek D.G., Beede D.K., 2001 – Journal of Dairy Science 84, 115-125. 11.

Mertens D.R., 1997 – Journal of Dairy Science 80, 1463-1481. 12. Mertens D.R., 2000 – Feedstuffs, April 10, 11-14. 13. Plaizier J.C., Garner T., Droppo T., Whitning T., 2004 – Canadian Journal of Animal Science 84, 501-509. 14. Preś S., Krzywiecki S., Bodarski R., 2004 – Przegląd Hodowlany 1, 7-10. 15. Varga G.A., Pickett M., 2002 – Feeding, management strategies for dry cows. www.txanc.org/proceedings/2002/Feeding%20Management.pdf. 16. Yang W.Z., Beauchemin K.A., Rode L.M., 2001 – Journal of Dairy Science 84, 2203-2216. 17. Sauvant D., Dulphy J.P., Michalet-Doreau B., 1990 – Institut National de la Recherche Agronomique Productions Animales 3, 309-318. 18. Schwarz F.J., Preissinger W., Kirchgessner M., 1998 – Veredlungs Produktion 3, Gelsenkirchen, 54-55.

Powiązania pomiędzy głównym kompleksem zgodności tkankowej a występowaniem niektórych chorób

Jolanta Oprządek, Artur Oprządek

IGiHZ PAN w Jastrzębcu

Immunogenetyka zajmuje się genetycznymi uwarunkowaniami zjawisk odpornościowych. Dzięki postępowi jaki dokonał się w technikach biologii molekularnej poszerzono znacznie wiedzę o cząsteczkach głównego kompleksu zgodności tkankowej (MHC – major histocompatibility complex), co pozwoliło na zrozumienie wielu zjawisk odpornościowych, a także odkrycie powiązań pomiędzy tym układem i występowaniem niektórych chorób.

Główny kompleks zgodności tkankowej został po raz pierwszy opisany u myszy przez Goreva w 1937 roku, a u ludzi w roku 1959 przez Dausseta. Zarówno u ludzi, jak i u zwierząt, MHC jest odcinkiem DNA składającym się ze specyficznych regionów genów kodujących trzy klasy białek. Cząsteczki klasy I i klasy II różnią się zarówno pod względem budowy, jak i funkcji. Pomiędzy regionami klasy I i II znajduje się region klasy III, w którym występują, między innymi, geny kodujące składowe C2, C4 dopełniacza i geny dla cytochromu. Funkcją genów MHC jest determinowanie antygenów leukocytarnych (LA – leukocyte antigens). Nazewnictwo tego układu u poszczególnych gatunków stanowi symbol zawierający w pierwszym członie nazwę gatunku, a w drugim – LA (np. HLA – human leukocyte antigens).

Cząsteczki MHC klasy I występują na powierzchni wszystkich komórek jądrzastych, a w niewielkich ilościach również na erytrocytach. MHC klasy I pełni funkcję obronną przeciw takim patogenom jak wirusy, które namnażają się we wnętrzu komórki gospodarza. Każda komórka zawiera proteasomy, czyli wieloenzymatyczne kompleksy, które rozcinają białka wewnątrzkomórkowe na mniejsze fragmenty.

Cząsteczki klasy II występują głównie na limfocytach B, makrofagach, komórkach dendrytowych i uczestniczą w swo-

istej odpowiedzi odpornościowej. Rola białek MHC klasy II jest inna niż w przypadku klasy I. Komórki prezentujące antygen, na powierzchni których znajdują się MHC klasy II, wyłapują z otaczającego je środowiska różne substancje, które po pochłonięciu są w endosomach cięte na fragmenty, umieszczone później na cząsteczkach MHC klasy II.

Zdolność do prezentacji danego antygeny zależy od cząsteczek MHC. Pojawienie się nowego patogenu w środowisku spowoduje, że osobniki, które mogą ten antygen prezentować będą mogły przeżyć, zaś te osobniki, które ze względu na MHC nie będą efektywnie prezentować antygeny – wyginą. Efektem będzie wzrost częstości w populacji tych alleli MHC, które skuteczniej zaprezentują nowy antygen. Żeby jednak do tego mogło dojść, niezbędna jest duża zmienność MHC, w przeciwnym wypadku może dojść do wyginięcia całej populacji. W realnym świecie nowe patogeny rzeczywiście powodują wysoką śmiertelność, jednak z upływem czasu jest ona coraz mniejsza, a wywołana przez patogen choroba ma coraz łagodniejszy przebieg. Każda populacja jest przystosowana do występujących lokalnie patogenów, co w znacznej mierze, zwłaszcza w przypadku chorób wirusowych, jest zasługą odpowiedniej konfiguracji genów kodujących MHC.

Główny kompleks zgodności tkankowej obejmuje szereg genów odznaczających się najwyższym polimorfizmem z dotychczas poznanych. Geny te mają podstawowe znaczenie przy inicjacji i fazie efektorowej odpowiedzi immunologicznej. W przypadku genów MHC, polimorfizm wynika głównie z konwersji genów. Niezwykły polimorfizm genów MHC może być jedną z przyczyn podatności bądź odporności na daną chorobę. Bardzo ciekawym i nie wyjaśnionym zjawiskiem, związanym z głównym układem zgodności tkankowej, jest tak zwane niezrównoważenie sprzężeń (linkage disequilibrium). Oznacza ono nieprzypadkowy związek dwóch lub więcej alleli różnych genów, znajdujących się w odmiennych loci, które dziedziczą się *en bloc* i występują w danej populacji częściej niż to wynika z częstości występowania danego allelu z osobna.

Dobrym przykładem niezrównoważenia sprzężeń są antygeny HLA (human leukocyte antigens), których allele dziedziczą się w określonych haplotypach. W populacji europejskiej 12-16% ludzi ma haplotyp HLA A1-B8-DR3, przy częstości występowania każdego allelu z osobna nie przekraczającej 2-3%. To nielosowe sprzężenie alleli dwóch różnych genów może oczywiście być dodatnie lub ujemne. Czasami zjawisko to dotyczy nie tylko dwóch, ale wielu alleli leżących obok siebie genów. Taką konstelację alleli nazywa się rozszerzonym haplotypem.

Wybitny polimorfizm genów w obrębie MHC jest wynikiem selekcji naturalnej dokonującej się pod presją infekcyjnych mikroorganizmów i wywołanych przez nie chorób. Choroby