Ocena jakości mleka surowego pozyskanego od krów żywionych paszą z dodatkiem glinki kaolinitowej

Iwona Chwastowska-Siwiecka[1], Martyna Momot[2], Przemysław Klimkowski[1]

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Bioinżynierii Zwierząt
[1]Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych
[2]Katedra Hodowli Bydła i Oceny Mleka

Mleko i przetwory mleczne odgrywają ważną rolę w żywieniu zarówno populacji światowej, jak i wrażliwych grup konsumentów, a ich udział w codziennej diecie stanowi ważne kryterium oceny prawidłowego odżywiania ludzi. Wartość odżywczą mleka warunkuje przede wszystkim zawartość podstawowych składników chemicznych, szczególnie wysokowartościowych białek i łatwo przyswajalnego tłuszczu oraz ważnych dla organizmu witamin i soli mineralnych [12, 14]. Na jakość mleka, w tym skład chemiczny ma wpływ wiele czynników, a mianowicie gatunek i rasa, fizjologiczne (okres laktacji, wiek), żywieniowe (rodzaj i jakość pasz), środowiskowe (warunki higieniczne) oraz zdrowotne. Najważniejszym czynnikiem pozagenetycznym oddziałującym na wydajność, skład i jakość mleka jest środowisko hodowlane, którego najistotniejszym elementem jest żywienie. Poziom żywienia, skład dawki pokarmowej i stosunek energetyczno-białkowy w decydujący sposób wpływają na mleczność krów i jakość odżywczą mleka [11]. W żywieniu krów mlecznych niezmiernie ważne jest pokrycie zapotrzebowania na składniki pokarmowe dostosowane do ich możliwości produkcyjnych, co stanowi jeden z najważniejszych determinantów decydujących o ilości i składzie mleka. Nieprawidłowe zbilansowanie dawki pokarmowej prowadzi do obniżenia produkcyjności, występowania chorób metabolicznych, pogorszenia zdrowotności i zakłóceń w rozrodzie [34]. Według Krzyżewskiego [10] w stadach wysokowydajnych krów istnieje konieczność stosowania specjalistycznych dodatków paszowych, które ograniczają występowanie chorób metabolicznych, poprawiają wydajność i skład chemiczny mleka oraz wskaźniki rozrodu. Dodatki paszowe to takie preparaty i związki chemiczne, które umożliwiają prawidłowy rozwój i syntezę mleka, a dodawane w odpowiedniej ilości uzupełniają niedobory składników pokarmowych, przyczyniają się do poprawy smakowitości skarmianych pasz, a także poprawy jakości i wartości pokarmowej poszczególnych komponentów paszowych i mieszanek paszowych, strawności i wchłaniania składników pokarmowych oraz wpływają korzystnie na stan zdrowia zwierząt. Stosowanie dodatków paszowych w dietach zwierząt jest uregulowane określonymi przepisami polskiego prawa paszowego i Rozporządzeniem (WE) nr 1831/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 sierpnia 2003 roku [27]. W świetle powyższego rozporządzenia dodatkami paszowymi są np. białka i aminokwasy chronione, tłuszcz paszowy, chemiczne substancje posiadające własności buforujące, pierwiastki śladowe, witaminy, prowitaminy i substancje o podobnym działaniu, probiotyki, prebiotyki, drobnoustroje, substancje zakwaszające, aromatyczne i smakowe, barwniki, konserwanty, lepiszcza używane przy granulowaniu pasz, przeciwutleniacze, zioła i inne [10].

Dodatkami mogą być również organiczne lub nieorganiczne adsorbenty stosowane jako suplementy diety w żywieniu zwierząt, dodawane do pasz objętościowych. Należą one również do grupy detoksykantów, które poprzez swoje fizyczne i chemiczne właściwości skutecznie adsorbują mikotoksyny bezpośrednio w paszy oraz w warunkach środowiska przewodu pokarmowego, w wyniku czego nie następuje wchłanianie toksyn z paszy do krwiobiegu oraz uniemożliwiona jest ich resorpcja. Detoksykanty wykazują także właściwości wiązania amoniaku w jelicie cienkim [6, 7, 8, 9]. Do znanych adsorbentów zalicza się związki o właściwościach sorpcyjnych, takie jak: glinki, kaolin, zeolity, klinoptylolit, modernit, węgiel aktywny, glinokrzemiany sodu i magnezu, uwodniony glinokrzemian sodowo-wapniowy (HSCAS) oraz bentonit [6, 8, 9]. W procesie adsorpcji istotne są parametry fizyczne adsorbenta np. całkowita powierzchnia działania i wielkość porów oraz właściwości substancji adsorbowanej, a mianowicie wielkość i kształt cząsteczki oraz jej rozpuszczalność i polarność. Jednocześnie wskazuje się, że ich wadą może być wywieranie negatywnego efektu na biodostępność mikro- i makroelementów, a ponieważ mają one także zdolność do wiązania wody, tym samym blokują przyswajalność części witamin rozpuszczalnych w wodzie oraz innych niezbędnych składników pokarmowych, co obniża wartość pokarmową paszy [9, 21, 39].

Glinokrzemiany to grupa nieorganicznych związków chemicznych, w których występują aniony złożone z glinu, krzemu i tlenu. Glinokrzemiany magnezowe, wapniowe, potasowe i sodowe stanowią ponad 58% składu litosfery. W związkach tych występuje jednostka strukturalna, w której dochodzi w określonych warunkach termodynamicznych do zastąpienia atomu krzemu atomem glinu. Można je podzielić na krzemiany glinu (glin okta i tetraedryczny poza pozycjami krzemu, glin tetraedryczny w pozycji krzemu, glin w obu koordynacjach). Naturalnie występują w strukturze tektokrzemianowych i fyllokrzemianowych. Jeżeli glin występuje w koordyna-

cji oktaedrycznej, mówimy o krzemianie glinu, a w obu o glinokrzemianie glinu. Naturalne glinokrzemiany wchodzą w skład najstarszych preparatów farmaceutycznych i medycznych. Zapiski o leczniczych właściwościach glinu, pochodzą sprzed 5 tys. lat oraz znajdują się na staroegipskim papirusie medycznym Ebersa z około 1500 r. p.n.e. W starożytnej Grecji mieszano glinkę z kozią krwią, tak przygotowaną mieszaninę zażywano w przypadku zatrucia chlorkiem rtęci. Starożytni Egipcjanie używali glinek do mumifikacji zwłok zmarłych, ponieważ miały właściwości konserwujące [2, 5, 16]. Natomiast ziemia wulkaniczna (tuf) znana i praktykowana była przez Inków i Azteków. Występuje głównie w Anglii, Stanach Zjednoczonych, Indiach. W jej skład wchodzą minerały i mikroelementy, tj.: wapń, magnez, nikiel, kobalt, srebro, kwarc, skaleń, serycyt, krzem, siarka koloidalna, miedź, cynk, mika. Ziemia wulkaniczna ma barwę żółtą o tłustej konsystencji, odznacza się własnościami adsorpcyjnymi, wybielającymi. Ma również właściwości antyseptyczne, gdyż łagodzi stany zapalne [13, 17, 19, 26, 37]. Nazwa kaolin wywodzi się od nazwy Wysokiej Góry w Chinach (Kao-ling lub Gaoling) i to właśnie w tym miejscu została wydobyta po raz pierwszy glinka porcelanowa, zwana glinką białą, chińską. Jest ona bogata w krzem, potas, magnez, sód, wapń, mikroelementy i sole mineralne. Glinka ta posiada dużą zawartość aluminium, która decyduje o właściwościach ściągających i zabliźniających, działa również przeciwzapalnie. Natomiast Bolus Rubra to glinka czerwona zwana również czerwonym kaolinem. Swój czerwony kolor zawdzięcza dużej ilości żelaza oraz miedzi w swoim składzie, jest bogata w krzem, aluminium, wapń, magnez, sód, potas, mangan. Systematyczne stosowanie glinki czerwonej zapewnia obkurczenie i uszczelnienie naczynek krwionośnych. Glinka czerwona ma również działanie bakteriobójcze, remineralizujące, odtruwające, zabliźniające, łagodzi objawy trądziku różowatego i rumienia [36]. Odmianą glinki czerwonej jest glinka żółta bogatsza w tlenek żelaza, któremu zawdzięcza swój kolor. W swoim składzie zawiera: kaolinit, glin, miedź, kwarc, krzem, magnez, sód i potas. Ma właściwości obkurczające rozszerzone pory oraz uzupełnia niedobory składników mineralnych w skórze, a także działa przeciwzapalnie, przyspiesza gojenie skóry i oczyszcza z toksyn [24, 29, 30].

Zgodnie z Obwieszczeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7 stycznia 2004 roku [15] glinka kaolinowa, wolna od azbestu należy do grupy spoiw, środków przeciwzbrylających i koagulantów. Oznaczona jest symbolem E559, a także jest naturalną mieszaniną minerałów zawierającą co najmniej 65% kompleksu uwodnionego krzemianu glinu, będącego głównym składnikiem kaolinitu. Może być stosowana do wszystkich środków żywienia zwierząt oraz dla wszystkich gatunków lub grup technologicznych zwierząt. Adsorbenty dodawane do pasz znane są pod różnymi nazwami handlowymi. Jednym z nich jest Mycobond – glinokrzemian sodowo-wapniowo-potasowo-magnezowy. Związek ten produkowany jest przez firmę Optivite International z Wielkiej Brytanii i podczas stosowania nie ogranicza dostępności witamin, pierwiastków śladowych i aminokwasów, przez co nie zmniejsza wartości odżywczej paszy. Adsorbentem uzupełnionym o dodatki enzymatyczne jest Mycofix Plus, austriackiej firmy Biomin. Aflatoksyny są wówczas specyficznie przyłączane do powierzchni adsorbenta, natomiast inne toksyny, takie jak zearalenon i trichoteceny są rozkładane enzymatycznie [21]. Na rynku krajowym dostępne są dodatki paszowe zawierające w swoim składzie glinkę kaolinitową oferowane przez firmę np. GroVita i Certech. Ta druga w swojej ofercie posiada np. KAOFEED, który poprawia jakość i higienę pasz, wpływa korzystnie na ich konsystencję i zgodnie z deklaracją producenta zamieszczoną na stronie internetowej [41] dodatek ten umożliwia stosowanie większej ilości składników płynnych, jest stabilny termicznie podczas granulowania, zachowuje swoje detoksykacyjne właściwości podczas przechowywania, a także zwiększa przyswajalność białka ogólnego, włókna surowego i tłuszczy. Dodatkowo wpływa korzystnie na parametry jakościowe tkanki mięśniowej zwierząt, poprawia nieśność, powoduje zwiększenie jednostkowej masy jaj, wielkości żółtka w jaju, wzrost zawartości witaminy A oraz zmniejszenie zawartości trójglicerydów, uzupełnia niedobory żelaza, potasu, magnezu i pierwiastków śladowych, powoduje powolne przejście przez układ trawienny i wydłużenie czasu wchłaniania składników odżywczych. Jednocześnie zagęszcza treść pokarmową (profilaktyka przeciwbiegunkowa), redukuje poziom mikotoksyn, eliminuje i absorbuje pleśnie, grzyby, toksyny oraz gazy, w tym gazy odorowe: amoniak, siarkowodór itp., a także wpływa pozytywnie na organizm zwierząt poprzez zwiększenie ogólnej odporności na choroby i infekcje [41]. W związku z powyższym, celem podjętych badań była ocena składu chemicznego i właściwości fizykochemicznych mleka surowego pozyskanego od krów żywionych paszą z dodatkiem mieszanki paszowej z glinką kaolinitową.

Materiał i metody badawcze

Materiał doświadczalny stanowiło 12 krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej będących w II laktacji, pochodzących z rodzinnego gospodarstwa rolnego położonego w województwie mazowieckim. W gospodarstwie prowadzony jest chów bydła mlecznego o średniej rocznej wydajności od krowy wynoszącej 7 tys. kg i dobowej 22,95 kg. Krowy żywione są systemem tradycyjnym, a podstawę ich diety stanowi kiszonka z kukurydzy i sianokiszonka oraz śruta zbożowa o składzie: pszenżyto, jęczmień, poekstrakcyjna śruta rzepakowa, poekstrakcyjna śruta rzepakowa chroniona, poekstrakcyjna śruta sojowa toastowana, wywar zbożowy suszony oraz premiks mineralno-witaminowy. Zwierzęta mają zapewniony stały dostęp do wody pitnej i przez cały rok są utrzymywane w systemie uwięziowym.

W okresie doświadczenia (od maja do czerwca) krowy żywiono powyższą paszą z dodatkiem mieszanki

paszowej mineralnej MultiStabil Bovine zakupionej z jednej z firm na rynku krajowym, której skład chemiczny zgodnie z deklaracją producenta w 1 kg zawierał: 52,3% popiołu surowego, 9,6% popiołu nierozpuszczalnego w HCl, 5,6% włókna surowego, 1,6% białka ogólnego, <0,1% olejów i tłuszczu surowego, 16,8% sodu, 1,01% magnezu, <0,1% fosforu, 0,25% wapnia, 0% potasu oraz kwaśny węglan sodu, tlenek magnezu, pulpę owocową suszoną jabłkową, a także 200 g glinki kaolinitowej (E559), wolnej od azbestu. Pasza treściwa z dodatkiem (250 g/dzień/szt.) zadawana była dwa razy dziennie w ilości łącznie 4 kg na sztukę. W laboratorium Katedry Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa UWM oznaczono podstawowe składniki pokarmowe w paszy treściwej (tab. 1) według metod standardowych [1].

Materiał badawczy obejmował łącznie 36 prób mleka surowego, które było pobierane od 12 krów w 0. dniu (grupa kontrolna), a następnie po 2 i 4 tygodniach suplementacji paszą z mieszanką zawierającą glinkę kaolinitową. Analizowane próby mleka pochodziły z doju wieczornego prowadzonego na stanowisku za pomocą dojarki przewodowej. Mleko po doju indywidualnym zostało przelane do pojemników o pojemności 700 ml, szczelnie zamknięte, zakodowane, a następnie bezpośrednio schłodzone do temperatury 4±1°C. Po zakończeniu poszczególnych okresów doświadczenia żywieniowego próbki mleka były bezpośrednio przewożone w taki sam sposób w przenośnym pojemniku izotermicznym do laboratorium Katedry Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych UWM w Olsztynie, w celu wykonania analiz ilościowo-jakościowych.

Podstawowy skład chemiczny, w tym kazeinę, suchą masę, suchą masę beztłuszczową, białko ogólne, tłuszcz, laktozę i mocznik oznaczono przy użyciu aparatu MilkoScan™ FT 120 firmy Foss (Hilleroed, Denmark) w laboratorium Katedry Hodowli Bydła i Oceny Mleka UWM w Olsztynie. Przed wykonaniem analiz próby podgrzewano do temperatury 20°C. W urządzeniu próbki mleka podlegały homogenizacji, a następnie mieszaninę przepuszczano przez kuwetę przepływową, gdzie poszczególne składniki mleka zostały oznaczone na podstawie absorpcji promieniowania podczerwonego (FTIR) w czasie 30 s, po wcześniejszej kalibracji na zawartość składników chemicznych. Kwasowość miareczkową (°SH), gęstość (metoda areometryczna) oraz kwasowość czynną (pH) mleka oznaczono zgodnie z normą [22]. Barwę mleka surowego scharakteryzowano na podstawie wartości parametrów: L*, a*, b* w układzie CIELAB [3] metodą odbiciową za pomocą aparatu MiniScan XE Plus firmy HunterLab przez bezpośredni 3-krotny pomiar próbek umieszczonych w szklanej kuwecie. Zastosowano źródło światła D65 i standardowy obserwator kolorymetryczny o polu widzenia 10° z otworem pomiarowym o średnicy 2,54 cm. Pomiary przeprowadzono po 0,5 h ich przetrzymywaniu w temperaturze 4±1°C. Przed każdą sesją pomiarową aparat kalibrowano wobec wzorca bieli i czerni. Na podstawie uzyskanych średnich wartości parametrów L*, a*, b* wyliczono przy użyciu odpowiednich wzorów indeks jasności WI (*Whiteness index*) według Rodriguez-Aguilera i in. [25], a także indeks żółtości YI (*Yellowing index*) według Rufan-Heneres i in. [28]:

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}\ ,\ \mathrm{YI} = 142{,}86\,\frac{b^*}{L^*}$$

Otrzymane wyniki badań poddano analizie statystycznej, wyliczając średnią arytmetyczną ($\bar{x}$) oraz odchylenie standardowe (s). Istotność różnic między wartościami średnimi badanych cech w poszczególnych grupach doświadczalnych określono za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji oraz testu Duncana, stosując program komputerowy Statistica wersja 13.3 [32].

Wyniki i dyskusja

W tabeli 2 przedstawiono analizę składu chemicznego mleka surowego pozyskanego od krów rasy hf w zależności od czasu podawania dodatku w paszy. Wykazano, że istotnie (p≤0,01) najniższą zawartością białka ogólnego (3,12%) i kazeiny (2,67%) cechowało się mleko pozyskane od krów otrzymujących dodatek mieszanki z glinką kaolinitową przez okres 4 tygodni. Natomiast najwyższą zawartością białka ogólnego i kazeiny odznaczały się próbki mleka pochodzące od krów, którym podawano paszę zawierającą glinkę kaolinitową przez okres 2 tygodni. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono istotny (p≤0,01) wzrost udziału tłuszczu oraz suchej masy w mleku po 2 i 4 tygodniach skarmiania krów paszą z dodatkiem glinki kaolinitowej wynoszący odpowiednio: 3,99 i 3,78% oraz 14,14 i 13,42%. Odnotowano jednocześnie istotne (p≤0,01) obniżenie zawartości suchej masy beztłuszczowej w mleku o 0,15 i 0,31% w grupach krów otrzymujących w paszy dodatek glinki kaolinitowej przez okres 2 i 4 tygodni w porównaniu do mleka pochodzącego od krów z grupy kontrolnej (9,14%). Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w zawartości laktozy i mocznika w mleku w poszcze-

Tabela 1

Podstawowy skład chemiczny paszy kontrolnej i doświadczalnej

Wyszczególnienie	sucha masa (%)	popiół surowy (%)	białko ogólne (%)	tłuszcz surowy (%)	włókno surowe (%)	Wartość energetyczna (brutto) MJ/kg
Pasza bez dodatku mieszanki z glinką kaolinitową	89,63	5,96	19,19	2,68	4,86	15,53
Pasza z dodatkiem mieszanki z glinką kaolinitową	89,72	8,14	18,50	2,13	5,34	15,10

Tabela 2

Ocena składu chemicznego mleka surowego pozyskanego od krów żywionych paszą bez i z dodatkiem mieszanki z glinką kaolinitową (±s)

Wyszczególnienie	Grupa kontrolna (bez dodatku)	Czas suplementacji paszy dodatkiem		*p-value*
	0 (n=12)	2 tyg. (n=12)	4 tyg. (n=12)	
Kazeina (%)	$2{,}70^{b}$±0,13	$2{,}81^{Aa}$±0,15	$2{,}67^{B}$±0,14	0,004
Białko ogólne (%)	$3{,}27^{A}$±0,15	$3{,}33^{A}$±0,16	$3{,}12^{B}$±0,13	0,001
Tłuszcz (%)	$2{,}84^{B}$±0,53	$3{,}99^{A}$±0,32	$3{,}78^{A}$±0,69	0,001
Sucha masa (%)	$11{,}95^{B}$±0,91	$14{,}14^{Aa}$±0,49	$13{,}42^{Ab}$±0,82	0,001
Sucha masa beztłuszczowa (%)	$9{,}14^{A}$±0,08	$8{,}99^{Ba}$±0,15	$8{,}83^{Bb}$±0,26	0,001
Laktoza (%)	4,95±0,12	4,92±0,62	4,86±0,16	0,771
Mocznik (mg/l)	268±37,98	252±38,06	278±48,12	0,131

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie: A, B – przy p≤0,01; a, b – przy p≤0,05

gólnych grupach żywieniowych, a średni poziom tych składników wynosił: 4,91% i 266 mg/l.

Racjonalne żywienie krów oraz korzystny skład chemiczny mleka można osiągnąć przez odpowiedni dobór pasz, poprawne ich zbilansowanie oraz zastosowanie właściwych dodatków mineralno-witaminowych [34]. W celu wyprodukowania 1 litra mleka przez gruczoł mlekowy krowy przepływa około 500 l krwi, co sprawia, że analiza składu chemicznego stanowi ważny i wiarygodny element diagnostyczny, umożliwiający ocenę poprawności żywienia oraz związanego z nim statusu metabolicznego [33]. Dyskusja otrzymanych wyników jest utrudniona, gdyż w dostępnej literaturze występują pozycje dotyczące wpływu poziomu bentonitu i różnych rodzajów glinki w paszy na profil składników surowicy krwi i hormonów metabolicznych jagniąt oraz odsadzonych świń [24, 29], czy zastosowania w diecie piskląt brojlerów dodatku bentonitu sodu lub uwodnionego glinokrzemianu wapniowo-sodowego na wyniki wzrostowe i stężenie składników mineralnych kości piszczelowej [30] oraz wpływu żywienia kur niosek paszą z dodatkiem zeolitu na wydajność wzrostową [17], jak również macior na stężenie witamin, makro- i pierwiastków śladowych w tkankach krwi, wątroby i nerek [19]. Brak jest natomiast badań dotyczących wpływu dodatku kaolinitu w paszy dla krów mlecznych na parametry jakościowe mleka surowego. Badania przeprowadzone przez Zielińską i in. [40] potwierdziły, że w wyniku żywienia krów kiszonkami z dodatkiem preparatu bakteryjno-mineralno-witaminowego, w skład którego wchodzi koncentrat szczepów *Lactobacillus plantarum* i *L. buchneri* oraz mieszanka mineralno-witaminowa zawierająca związki organiczne i nieorganiczne: sproszkowany wapień, kredy fosforanowo-magnezowe, glukonian wapnia i beta-karoten z marchwi następuje wzrost zawartości białka i tłuszczu do poziomu odpowiednio: 3,30% i 4,20%. W badaniach własnych zarówno procentowa zawartość białka, jak i poziom mocznika w mleku mieściły się w przedziale wartości optymalnych, co świadczyło o prawidłowym zbilansowaniu dawek pokarmowych oraz braku wpływu glinki kaolinitowej na zawartość białka i energii w paszy.

Na podstawie uzyskanych danych (tab. 3) wykazano, że podawanie w paszy mieszanki zawierającej glinkę kaolinitową nie wpływa na zmiany kwasowości czynnej i miareczkowej mleka surowego. Średnia wartość kwasowości czynnej mleka udojonego od krów z grupy kontrolnej i żywionej z dodatkiem glinki kaolinitowej przez okres 2 i 4 tygodni wynosiła 6,68. Pomimo braku różnic statystycznych wyższą kwasowością miareczkową charakteryzowało się mleko pozyskane od krów skarmianych przez 2 tygodnie paszą z mieszanką mineralną zawierającą kaolinit (7,80°SH), a niższą mleko pochodzące od krów żywionych najdłużej paszą doświadczalną (7,10°SH). Należy podkreślić, że uzyskane w badaniach własnych wartości kwasowości czynnej ocenianego mleka pozyskanego od krów z trzech grup żywieniowych mieściły się w przedziale od 6,67 do 6,70, co odpowiada zaleceniom normy [23]. Natomiast kwasowość miareczkowa mleka pochodzącego od krów z grupy kontrolnej i żywionej z dodatkiem glinki kaolinitowej przez okres 4 tygodni nie przekroczyła dopuszczalnych norm, a mianowicie 6,5-7,5°SH. W badaniach własnych (tab. 3) odnotowano, że istotnie (p≤0,01) wyższą wartością gęstości charakteryzowało się mleko pozyskane od krów żywionych paszą kontrolną i po 2 tygodniach podawania paszy z mieszanką zawierającą glinkę kaolinitową (odpowiednio: 1,033 i 1,033 g/cm^3) w porównaniu do mleka krów otrzymujących dodatek glinki przez okres 4 tygodni (1,030 g/cm^3).

Skład mleka surowego warunkuje poziom cech fizykochemicznych, te natomiast mają bezpośredni wpływ na jego wartość biologiczną i są ważnym wskaźnikiem jego przydatności technologicznej [38]. Według Pecki in. [20] właściwości fizykochemiczne mleka krów w czasie laktacji są zmienne i zależą od czynników genetycznych oraz środowiskowych. Za prawidłowy odczyn mleka uznaje się kwasowość miareczkową na poziomie 6,0-7,5°SH lub czynną 6,5-6,7 pH, natomiast ciężar właściwy średnio 1,031 g/cm^3 [38]. Gęstość mleka jest wypadkową zawartych w nim składników i waha się średnio w przedziale od 1,028 do 1,033 g/cm^3. Bezpośrednio po doju mleko ma nieustalony ciężar właściwy, który stabilizuje się do 6 godzin. Zmiany gęstości spowodowane są procesem hydratacji białek i stabilizacją za-

Tabela 3

Analiza parametrów fizykochemicznych mleka surowego pozyskanego od krów żywionych paszą bez i z dodatkiem mieszanki z glinką kaolinitową (±s)

Wyszczególnienie	Grupa kontrolna (bez dodatku)	Czas suplementacji paszy dodatkiem		*p-value*
	0 (n=12)	2 tyg. (n=12)	4 tyg. (n=12)	
Kwasowość czynna (pH)	6,70±0,06	6,67±0,06	6,69±0,05	0,791
Kwasowość miareczkowa (°SH)	7,60±0,54	7,80±0,91	7,10±1,01	0,509
Gęstość (g/cm^3)	1,033^A±0,010	1,033^A±0,009	1,030^B±0,016	0,002
Parametry barwy:				
L*– jasność	91,24^B±1,11	92,80^A±0,80	93,68^A±0,60	0,001
a*- barwa czerwona	-2,72^A±0,82	-0,80^{Bb}±0,82	-1,86^a±0,84	0,003
b*– barwa żółta	9,37^B±0,30	9,01^B±0,57	10,25^A±0,62	0,002
WI – indeks jasności	86,84^{Bb}±0,78	88,41^A±0,91	87,77^a±0,29	0,005
YI – indeks żółtości	14,67±0,45	13,87^B±0,98	15,63^A±0,87	0,006

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie: A, B – przy p≤0,01; a, b – przy p≤0,05

wartych w mleku gazów. Na gęstość mleka krów wpływają również czynniki genetyczne oraz środowiskowe [31]. Jak podają Szlachta i Podawiec [35] gęstość mleka jest dodatnio skorelowana z poziomem białka w mleku. Jasińska i in. [11] wykazali, że miejsce i okres pozyskania mleka wpływają na cechy fizykochemiczne. Cytowani autorzy potwierdzili, że gęstość próbek mleka pochodzących od krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej z 3 różnych gospodarstw, pobranych na przestrzeni całego roku była bardzo zbliżona i mieściła się w przedziale od 1,028 do 1,031 g/cm^3.

Przeprowadzona analiza statystyczna danych (tab. 3) potwierdziła, że wartość jasności barwy była istotnie (p≤0,01) najwyższa w mleku pozyskanym od krów otrzymujących w paszy mieszankę zawierającą glinkę kaolinitową przez okres 2 tygodni (L* = 92,80) i 4 tygodni (L* = 93,68). W przypadku parametru a* odnotowano, że istotnie (p≤0,01) największym udziałem zielonej barwy charakteryzowało się mleko pozyskane od krów z grupy kontrolnej (a*= -2,72), natomiast najmniejszym przesunięciem w kierunku spektrum barwy zielonej cechowały się próbki mleka uzyskane od krów skarmianych paszą z dodatkiem glinki kaolinitowej przez okres 2 tygodni (a* = -0,80). Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono, że najwyższą wartością trójchromatycznej barwy żółtej odznaczały się próbki mleka pozyskanego od krów otrzymujących najdłużej paszę z dodatkiem glinki (b* = 10,25) w porównaniu do pozostałych analizowanych grup doświadczalnych, co zostało potwierdzone statystycznie na poziomie (p≤0,01). Odnotowano, że istotnie (p≤0,01 i p≤0,05) najjaśniejszą barwą na podstawie indeksu oddalenia od bieli (WI) cechowały się próby mleka pochodzące od krów otrzymujących w diecie dodatek przez okres 2 tygodni (WI = 88,41) oraz 4 tygodni (WI = 87,77) w porównaniu do mleka pozyskanego od krów z grupy kontrolnej (WI = 86,84). Jednocześnie wyższe wartości indeksu jasności (WI) mleka pozyskanego od krów z grup otrzymujących paszę z dodatkiem glinki kaolinitowej korespondowały z uzyskaną wyższą wartością jasności L*. Francis i Clydesdale [4] zaproponowali wykorzystanie indeksu żółtości (YI), jako wskaźnika barwy mleka, którego wartość informuje o procesie brązowienia mleka. Analiza YI dla badanego mleka surowego (tab. 3) wykazała, że jego wartości były najwyższe (p≤0,01) w grupie krów żywionych przez okres 4 tygodni paszą z dodatkiem glinki kaolinitowej (15,63) w porównaniu z wartościami obliczonymi dla mleka pozyskanego od krów skarmianych tą samą paszą przez okres 2 tygodni (YI = 13,87). Barwę mleka pozyskanego od krów żywionych paszą z dodatkiem glinki przez okres 4 tygodni charakteryzowała większa dynamika zmian (wzrost) udziału barwy żółtej (b*) oraz indeksu żółtości (YI). Według Pandya i Ghodke [18] barwa mleka uzależniona jest od jego składu i ulega istotnym zmianom pod wpływem różnych czynników, a szczególnie podczas zastosowania różnych procesów technologicznych i przechowywania. Biała barwa mleka wywołana jest przede wszystkim rozproszeniem światła przez koloidalne cząsteczki kompleksu kazeinowo-wapniowego.

Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono wzrost zawartości tłuszczu i suchej masy oraz obniżenie udziału suchej masy beztłuszczowej w mleku krów otrzymujących paszę z dodatkiem mieszanki z glinką kaolinitową przez okres 2 i 4 tygodni. Odnotowano, że próbki mleka charakteryzowały się istotnie niższą zawartością kazeiny i białka ogólnego po zakończeniu 4 tygodni suplementacji paszy dodatkiem glinki. W przypadku zawartości laktozy i mocznika nie wykazano zmian w ich poziomie pomiędzy analizowanymi grupami doświadczalnymi. Uzyskane wartości kwasowości czynnej i miareczkowej mleka surowego były prawidłowe w grupie kontrolnej i doświadczalnych. Pomimo istotnie niższej wartości gęstości mleka pozyskanego po 4 tygodniach stosowania w paszy glinki kaolinitowej w żywieniu krów, spełniało ono nadal wytyczne norm przyjęcia mleka do

skupu. Odnotowano, że próbki mleka pozyskane od krów z grup doświadczalnych charakteryzowały się istotnie większą jasnością i wyższym indeksem jasności, co zostało potwierdzone poprzez wyższe wartości parametru L*. Analiza udziału składowej barwy czerwonej wykazała, że mleko pozyskane od krów żywionych paszą bez dodatku glinki kaolinitowej odznaczało się istotnym przesunięciem spektrum w kierunku zielonej barwy. Stwierdzono, że próbki mleka uzyskane od krów po 4 tygodniach podawania dodatku cechowały się największą dynamiką zmian (wzrost) udziału barwy żółtej (b*) oraz indeksu żółtości (YI).

Literatura: 1. AOAC., 2005 – Official Methods of Analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemistry, Arlington, VA. **2. Arruebo M., Fernandez-Pacheco R., Irusta S., Arbiol J., Ibarra M.R., Santamaria J.**, 2006 – Sustained release of doxorubicin from zeolite- magnetite nanocomposites prepared by mechanical activation. Journal of Nanotechnology 17(16), 4057-4064. **3. CIE.**, 1978 – Recommendations on uniform color spaces, color-difference equations, psychometric color terms. Suppl. No. 2 to CIE publication No. 15 (E-1.3.1), 1971/(TC-1-3), Commission Internationale de L'éclairage. Paris. **4. Francis F.J., Clydesdale F.M.**, 1975 – Food colorimetry: theory and applications. The AVI Publishing Company Inc., Westport Connecticut, pp. 417-423. **5. Ghazi N.A., Hussain K.I.A., Malek N.N.A., Hamdan S.**, 2012 – The effect of zeolite X and Y on cancer cell lines. Journal of Food Science and Technology 4, 33-40. **6. Grela E.R., Semeniuk V.**, 2006 – Konsekwencje wycofania antybiotykowych stymulatorów wzrostu z żywienia zwierząt. Medycyna Weterynaryjna 62(5), 502-507. **7. Huwig A., Freimund S., Kappeli O., Dutler H.**, 2001 – Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. Toxicology Letters 122(2), 179-188. **8. Kabak B., Dobson A.D.W.**, 2006 – Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 46(8), 593-619. **9. Kapturowska U., Zielińska K.J., Stecka K., Kupryś M.P.**, 2010 – Ocena skażenia pasz ochratoksyną A i metody ich dekontaminacji. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 55(3), 156-163. **10. Krzyżewski J.**, 2012 – Strategia wykorzystania dodatków paszowych w żywieniu wysokowydajnych krów. Hodowca Bydła, 6: 20-26. **11. Jasińska M., Łyczko K., Dmytrów I., Mituniewicz-Małek A.**, 2011 – Porównanie właściwości fizyko-chemicznych mleka krów żywionych systemem TMR w wybranych gospodarstwach regionu zachodniopomorskiego. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego 7(3), 75-84. **12. Matwijczuk A., Wójcik-Saganek A., Joanna Barłowska J.**, 2015 – Podstawowy skład chemiczny, zawartość kazeiny i wartość energetyczna mleka krów rasy polskiej czerwonej, białogrzbietej i simentalskiej z uwzględnieniem ich dobowej wydajności. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego 11(1), 85-91. **13. Mikuła J., Łach M.**, 2012 – Potencjalne zastosowania glinokrzemianów pochodzenia wulkanicznego. Czasopismo techniczne. Mechanika 109(8-M), 109-122. **14. Mirosz P.**, 2021 – Mleko i przetwory mleczne w żywności funkcjonalnej- wybrane zagadnienia prawne dotyczące składu, znakowania i reklamy. Przemysł Spożywczy 12, 10-15. **15.** Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7 stycznia 2004 r. w sprawie wykazów dodatków paszowych i materiałów paszowych. (M.P. 2004 Nr 9, poz. 132, str.1-105). **16. Oh S.T., Kwon O.J., Chun B.C., Cho W.S., Park J.S.**, 2009 – The effect of Bentonite concentration on the Drug Delivery Efficacy of a pH-sensitive Alginate/Bentonite Hydrogel. Fibers and Polymers 1, 21-26. **17. Olver M.D.**, 1997 – Effect of feeding clinoptilolite (zeolite) on the performance of three strains of laying hens. British Poultry Science 38, 220-222. **18. Pandya A.J., Ghodke K.M.**, 2007 – Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. Small Ruminant Research 68, 193-206. **19. Papaiannou D.S, Kyriakis S.C, Papasteriadis A., Roumbies N., Yannakopulos A., Alexopoulos C.**, 2002 – Effect of in-feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on certain vitamin, macro and trace element concentrations in the blood, liver and kidney tissues of sows. Research in Veterinary Science 72, 61-68. **20. Pecka E., Zachwieja A., Zawadzki W., Kaszuba J., Tumanowicz J.,** 2012 – Wpływ stadium laktacji na wydajność i właściwości fizykochemiczne oraz skład podstawowy mleka krów pierwiastek. Acta Scientiarum Polonorum, Medicina Veterinaria 11(3), 5-14. **21. Piotrowska M.,** 2012 – Wykorzystanie mikroorganizmów do usuwania mikotoksyn z żywności i pasz. Postępy Mikrobiologii 51(2), 109-119. **22.** PN-A-86122:1968 – Mleko – Metody badań. PKN, Warszawa. **23.** PN-A-86002:1999 – Mleko surowe do skupu. Wymagania i badania. PKN, Warszawa. **24. Pulsipher G.D., Galyean M.L., Hallford D.M., Smith G.S., Kiehl D.E.,** 1994 – Effects of graded level sof bentonite on serum clinical profiles, metabolic hormones, and serum swainsonine concentrations in lamb fed locoweed (Oxytropis sericea). Journal of Animal Science 72, 1561-1569. **25. Rodriguez-Aguilera R., Oliveira J. C., Montanez J. C., Mahajan P.V.**, 2011 – Effect of modified atmosphere packaging on quality factors and shelf-life of surface mould ripened cheese: Part I constant temperature. LWT-Food Science and Technology 44, 330-336. **26. Rodriguez--Fluentes G., Barrios M.A, Iraizoz A, Perdomo I., Cedre B.**, 1997 – Enterex–anti-diarrheic drug based on purified natural clinoptilolite. Zeolites 5, 441-448. **27.** Rozporządzenie (WE) nr 1831/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 sierpnia 2003 r. w sprawie dodatków stosowanych w żywieniu zwierząt. (Dz.U. L 268 z 18.10.2003, str. 1-29). **28. Rufan-Heneres J.A, Guerra-Hernandez E., Garcia-Villanova B.**, 2006 – Colour measurement as indicator for controlling the manufacture and storage of enteral formulas. Food Control 17, 489-493. **29. Schell T.C., Lindemann M.D., Kornegay E.T., Blodge D.J., Doerr J.A.**, 1993 – Effectiveness of different types of clay for reducing the detrimental efects of aflatoxin contaminated diets on performance and serum profiles of weanling pigs. Journal of Animal Science 71, 1226-12. **30. Southern L.L., Ward T.L., Bidner T.D., Hebert L.G.**, 1994 – Effect of sodium bentonite or hydrated sodium calcium aluminosilicate on growth performance and tibia mineral concentrations in broiler chicks fed nutrient deficient diets. Poultry Science 73, 848-854. **31. Staszak E.**, 2006 – Właściwości technologiczne mleka krowiego w zależności od sposobu żywienia. LXXI Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego. Bydgoszcz, 18-20 września 2006, str. 34. **32. StatSoft Inc.**, 2017 – Statistica (data analysis software system), version 13.3. StatSoft, Inc., TIBCO, Palo Alto, CA, USA. **33. Stefańska B.**, 2014 – Metody oceny statusu metabolicznego wysoko wydajnych krów mlecznych. Wiadomości Zootechniczne R.LII, 2, 50-56. **34. Szarkowski K., Sablik P., Lachowski W.**, 2009 – Żywienie krów wysokomlecznych a poziom mocznika w mleku. Acta Scientiarum Polonorum, Zootechnica 8(3), 39-46. **35. Szlachta J., Podawca T.**, 2007 – Zmiana aktywności wody w mleku w zależności od liczby komórek somatycznych i ogólnej liczby drobnoustrojów. Problemy Inżynierii Rolniczej 15(4), 67-77. **36. Wawrzaszek R., Wawrzaszek U.**, 2019 – Glinokrzemiany. Poszerzamy Horyzonty. T. XI. Wyd. Mateusz Weiland Network Solutions, Słupsk, 366-373. **37. Wernert V, Schaf O., Ghobarkar H., Denoyel R.**, 2005 – Adsorption properties of zeolites forartificial kidney applications. Microporous and Mesoporous Materials

83, 101-113. **38. Węglarzy K., Kraszewski J., Wawrzyńczak S., Grega T.**, 2006 – Wpływ skarmiania kiszonego gniecionego ziarna jęczmienia na wydajność krów, wartość odżywczą i przydatność technologiczną mleka do przetwórstwa. Roczniki Naukowe Zootechniki 33(1), 81-93. **39. Wróbel B.**, 2014 – Zagrożenie zwierzat I ludzi toksynami grzybów pleśniowych zawartych w paszach i żywności. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 14, 3(47), 159-176. **40. Zielińska K.J., Grzybowski R.A., Stecka K.M., Suterska A.M., Miecznikowski A.H.**, 2008 – Wpływ stosowania preparatu bakteryjno-mineralno-witaminowego w procesie kiszenia runi łąkowej na jakość mleka w gospodarstwach ekologicznych. Journal of Research in Agricultural Engineering 52(4), 153-158. **41. Zasoby internetowe:** https://www.certech.com.pl/katalog/glinka-kaolinitowa-kaofeed/

Quality assessment of raw milk from cows fed diets with kaolinite clay

Summary

The experiment was conducted using 12 Polish Holstein-Friesian cows from a family farm, in their second lactation. During the experiment, from May to June, cows were fed traditionally prepared roughage and concentrate feed with the addition of a mineral mixture purchased from a domestic company, containing 200 g of kaolinite clay per kg. The research material comprised 36 samples of raw milk collected from the 12 cows on day 0 (control) and again after 2 weeks and 4 weeks of supplementation with the mineral feed containing kaolinite clay. The milk samples were obtained from evening milking carried out at a pipeline milk station. After individual milking the milk was poured into 700 ml containers, sealed, coded, and then immediately refrigerated at 4±1°C. After each period of the experiment, milk samples were transported to the laboratory in a portable isothermal container for quantitative and qualitative analyses. These included chemical composition, acidity, density, colour parameters in the L*, a*, b* system, and whiteness and yellowness indices (WI and YI). The results showed a significant increase in fat and dry matter content and a decrease in the proportion of non-fat dry matter in the milk after 2 and 4 weeks of feed supplementation with kaolinite clay. The milk samples had significantly lower casein and total protein content after 4 weeks of supplementation with kaolinite clay. Despite the significantly lower milk density obtained after 4 weeks of use of kaolinite clay in the feed, it still met applicable standards for milk for purchase. After 2 and 4 weeks of feeding with the supplemented diet, the milk samples had significantly higher values for lightness and the whiteness index, which was confirmed by higher values of the L* parameter. The greatest increases in the values for yellow colour (b*) and the yellowness index (YI) were noted after 4 weeks of supplementation.

KEY WORDS: cows, kaolinite clay, milk, chemical composition, physicochemical properties

Znaczenie sprzętu udojowego dla zdrowotności gruczołu mlekowego

Paulina Konopczyńska, Monika Tarnowska, Kacper Libera

[1]Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach

Streszczenie:

Wraz z postępem hodowlanym, który wpłynął na zwiększenie ilości pozyskiwanego mleka od krowy niezbędne stało się wykorzystywanie urządzeń udojowych (dojarek bańkowych, hal udojowych, robotów). Zastosowanie tych urządzeń pozwala zredukować nakłady pracy oraz jej czas, jednak wadliwe funkcjonowanie sprzętu udojowego wpływa negatywnie na zdrowotność wymienia zwierząt, prowadząc tym samym do strat ekonomicznych. Aby aparat udojowy mógł prawidłowo funkcjonować, niezbędne jest wytworzenie podciśnienia. Poziom podciśnienia powinien oscylować w granicach 46-48 kPa (instalacja górnoprzewodowa) lub 42-44 kPa (instalacja dolnoprzewodowa, hala udojowa). Zbyt wysokie podciśnienie powoduje hiperkeratozę wierzchołka strzyka, z kolei zbyt niskie przyczynia się do obniżenia wydajności mlecznej oraz wydłużenia czasu doju. Częścią dojarki kontaktującą się z wymieniem jest guma strzykowa, powinna być ona gładka, czysta oraz regularnie wymieniana, w mikropęknięciach osadzają się bakterie przyczyniające się do zapalenia wymienia. Odnotowano wyższą zdrowotność wymion krów, które dojone były za pomocą gum o przekroju trójkątnym niż owalnym. Aby zapewnić prawidłowe ukrwienie strzyka w czasie doju, niezbędna jest faza doju oraz masażu, skracanie fazy masażu dopro-