

# Liście drzewa *Moringa oleifera* – alternatywne źródło składników pokarmowych i związków biologicznie aktywnych w żywieniu zwierząt

Sylwia Ingot, Adam Cieślak,  
Małgorzata Szumacher-Strabel

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Katedra Żywnienia Zwierząt

Wzrastająca liczba ludności na świecie pociąga za sobą ciągłą potrzebę zwiększania efektywności produkcji żywności, w tym produkcji zwierzęcej. Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa ogłosiła, że światowe spożycie mięsa wzrosło o 1,2% w stosunku do 2017 roku i w roku 2018 osiągnęło aż 336,4 milionów ton [15]. Aby sprostać rosnącym wymaganiom konsumentów i zmniejszyć konkurencję wykorzystywanych składników do zbilansowania diety/dawki pokarmowej w żywieniu ludzi i zwierząt, farmerzy zmuszeni są do ciągłego poszukiwania nowych, alternatywnych składników pasz. Według raportu Oxfam (*Oxford Committee for Famine Relief*) międzynarodowej organizacji humanitarnej zajmującej się walką z głodem na świecie i pomocą w krajach rozwijających się, zwierzęta gospodarskie spożywają ponad 30% światowej produkcji ziaren i nasion. Dodatkowo roczne ilości produkowanych koncentratów paszowych dla zwierząt wzrosły z 373 mln ton suchej masy w 1961 roku do 1186 mln ton w 2012 roku [8]. Wymusza to więc intensyfikację produkcji rolnej.

Produkcja rolna przyczynia się między innymi do produkcji gazów cieplarnianych. Około 10 do 12% światowej emisji gazów cieplarnianych pochodzących ze źródeł antropogenicznych emitowanych jest przez sektor rolnictwa. W głównej mierze odpowiedzialna jest za to produkcja zwierzęca. Szacunkowo połowa światowych użytków rolnych i 40% wszystkich gruntów ornych jest wykorzystywana w celu produkcji paszy oraz hodowli zwierząt [33]. Głównymi producentami metanu pochodzącego ze źródeł antropogenicznych są przeżuwacze [14]. Zwierzęta przeżuwające mogą produkować od 250 do 500 litrów metanu dziennie [40]. Najwięcej, bo aż 56,9% metanu pochodzącego z fermentacji jelitowej pochodzi od krów mlecznych [27]. Metan wydzielany podczas fermentacji jelitowej przeżuwaczy stanowi około 44% całkowitej emisji metanu od wszystkich zwierząt [14].

Metan jest gazem cieplarnianym o 28-krotnie wyższym potencjale cieplarnianym niż dwutlenek węgla. W praktyce oznacza to, że jedna cząsteczka metanu przenosi 28 razy większą ilość energii cieplnej do atmosfery niż cząsteczka dwutlenku węgla [20]. Oprócz szkód dla środowiska metan powoduje znaczące straty w produkcji zwierzęcej, ponieważ jest odpowiedzialny za utratę od 2 do 12% energii brutto pochodzącej z dawki pokarmowej dla zwierząt [21, 34]. Oznacza to, że poszukiwanie składników paszowych umożliwiających ograniczenie produkcji metanu, może nie tylko przyczynić się do ochrony środowiska naturalnego, ale również ograniczyć straty ekonomiczne rolników.

W wielu badaniach nad składnikami paszowymi ograniczającymi produkcję i emisję metanu wykorzystywane są rośliny bogate w związki biologicznie aktywne, które mają na celu ograniczenie procesu metanogenezy w żwaczu [7, 25]. Szczególnie duże znaczenie przypisuje się wtórnym metabolitom roślinnym takim jak: fenole, saponiny, garbniki, flawonoidy oraz olejki eteryczne. Substancje te spełniają w roślinach bardzo różnicowane funkcje: mogą stanowić obronę rośliny przed patogenami, roślinożercami lub umożliwiać wabienie zapylaczy. Wykorzystywane jako składniki paszowe ograniczają emisję metanu u przeżuwaczy, jednocześnie poprawiając produktywność zwierząt gospodarskich oraz wydajność fermentacji [7, 34]. Ponadto, rośliny będące źródłem wtórnych metabolitów roślinnych mogą zmieniać profil kwasów tłuszczowych poprzez regulację procesu biouwodorowania w żwaczu, hamując tym samym przekształcanie wartościowych nienasyconych kwasów tłuszczowych w kwasy nasycone [61]. Dzięki temu możliwa jest produkcja mleka bądź mięsa bogatego w związki biologicznie aktywne o potwierdzonym działaniu prozdrowotnym [63].

Niezwykłe właściwości *Moringa oleifera*, czyli moringi olejodajnej, znane były ludzkości od wieków. Roślina stosowana była już około 150 roku przed naszą erą, przez starożytnych władców, w diecie zapewniającej sprawność umysłową i zdrową skórę [29]. Ekstrakt z moringi stosowano ponadto w diecie Maurów, którzy uważali, że dodaje on energii oraz zmniejsza ból. Przez wiele stuleci moringa wykorzystywana była w medycynie tradycyjnej jako środek przeciwzapalny i wspomagający regenerację po infekcjach [18]. Dopiero w latach siedemdziesiątych XX wieku przeprowadzono badania umożliwiające ustalenie, jakie substancje zawarte w roślinie wpływają na jej zdrowotne i odżywcze właściwości. Badania wykazały, że *M. oleifera* zawiera składniki odżywcze, aminokwasy i przeciwutleniacze. Dzięki obecności przeciwutleniaczy wykazuje działanie przeciwzapalne oraz przeciwstarzeniowe. Dodatkowo obecna w *M. oleifera* wysoka zawartość takich związków mineralnych jak: wapń, miedź, żelazo, potas, magnez, mangan i cynk, powoduje, że jest ona wykorzystywana w terapii osób niedożywionych. Wysoka zawartość żelaza wspomaga leczenie anemii oraz stanowi suplement dla osób stosujących dietę wegańską. W medycynie ludzkiej wykorzystywana jest do regulowania poziomu glukozy we krwi, wspierania układu sercowo-naczyniowego

go oraz mechanizmów przeciwwzapalnych. *M. oleifera* cechuje się trzy razy wyższą zawartością witaminy A w stosunku do marchwi, dzięki czemu wpływa na poprawę jakości widzenia [29]. Ponadto *M. oleifera*, dzięki wysokiej zawartości białka, witamin, minerałów i kwasów tłuszczowych, przydatna jest w terapii osób niedożywionych, umożliwiając szybkie przywrócenie prawidłowej masy ciała oraz poprawę ich kondycji zdrowotnej [39]. Dzięki swoim właściwościom już od 1998 roku uznawana jest przez Światową Organizację Zdrowia za roślinę, która może stanowić alternatywę dla importowanej żywności w krajach mierzących się z problemem niedożywienia [21, 32, 50].

*Moringa oleifera* to roślina należąca do rodziny *Moringaceae*, która obejmuje 13 innych gatunków wieloletnich roślin okrytonasiennych. Roślina wywodzi się z subkontynentu Indyjskiego i osiąga od 5 do 12 m wysokości. *M. oleifera* rośnie w rejonach tropikalnych i subtropikalnych, zwłaszcza na obszarach o średnich rocznych opadach od 1 000 do 2 000 mm i wysokim nasłonecznieniu [9]. Jako ważna roślina gospodarcza *M. oleifera* jest obecnie powszechnie uprawiana w Indiach, południowych Chinach i niektórych częściach Afryki. Może rosnąć na każdym rodzaju gleby, jednak najbardziej odpowiednie są dla niej gleby suche, piaszczyste, lekko zasadowe [29]. Jest niezwykle odporna na wysokie temperatury [68] oraz wahania pH w glebie, jednak nie toleruje zbyt dużej ilości wody oraz niskich temperatur [46]. *M. oleifera* produkuje duże ilości biomasy, od 43 do 115 t/ha rocznie [23]. Plon liści w postaci świeżej masy wynosi od 1 do 5 kg z jednego drzewa rocznie. Skład plonu biomasy różni się znacznie w zależności od warunków uprawy, odmiany, rodzaju gleby, klimatu, nawożenia i systemu nawadniania. W praktyce najlepsze zbiory uzyskuje się w ciepłych i suchych warunkach oraz przy regularnym nawożeniu i nawadnianiu [9].

Wysoka zawartość substancji odżywczych oraz niski poziom substancji antyżywnościowych powoduje, że moringa stała się obiektem dużego zainteresowania jako komponent dawek pokarmowych dla zwierząt [51, 54]. Zawartość białka w liściach *M. oleifera* waha się od 23,0 do 30,3% w suchej masie, natomiast włókna surowego wynosi 5,9% [51]. Kolejną charakterystyczną cechą liści *M. oleifera* jest wysoka zawartość związków mineralnych, nawet do 12,0%. Jest to ilość przewyższająca zawartość w śrucie sojowej i kukurydziej [51]. Zawarty w liściach wapń, żelazo, potas, fosfor i cynk, to kluczowe elementy dla wzrostu i rozwoju zwierząt. *M. oleifera* zawiera 24,700 mg kg<sup>-1</sup> wapnia, 4400 mg kg<sup>-1</sup> fosforu, 318,81 mg kg<sup>-1</sup> żelaza, 190 mg kg<sup>-1</sup> magnezu i 22,05 mg kg<sup>-1</sup>

cynku w przeliczeniu na suchą masę [62]. Zawartość tych minerałów jest stosunkowo wysoka w porównaniu do pozostałych roślin drzewiastych [54]. Liście *M. oleifera* cechują się również wysoką przyswajalnością wyżej wymienionych składników mineralnych, która dodatkowo znacznie wzrasta w wyniku suszenia [67]. Ponadto liście *M. oleifera* zawierają około 2,8% tłuszczu surowego (tab.1). Ponad połowa (57%) kwasów tłuszczowych w liściach *M. oleifera* to nienasycone kwasy tłuszczowe, głównie kwas  $\alpha$ -linolenowy stanowiący 45% sumy kwasów nienasyconych [36].

Zawartość białka oraz jego skład aminokwasowy to główne cechy charakteryzujące wartość pokarmową paszy [24]. *M. oleifera* cechuje się relatywnie wysoką zawartością treoniny, tyrozyny, metioniny, waliny, fenyloalaniny, izoleucyny, leucyny, histydyny, lizyny i tryptofanu w porównaniu do innych roślin drzewiastych [36]. Zawartość lizyny w omawianym materiale jest porównywalna do zawartości tego aminokwasu w makuchu rzepakowym. Natomiast zawartość metioniny w liściach *M. oleifera* jest wyższa niż w suszu z lucerny, ale stanowi tylko dwie trzecie zawartości w poekstrakcyjnej śrucie sojowej. Ze względu na to, jej stosowanie wymaga połączenia z nośnikami aminokwasów siarkowych (np. poekstrakcyjną śrutą sojową czy poekstrakcyjną śrutą rzepakową). Dzięki temu zabiegowi wprowadzamy do dawki pokarmowej dobrze zbilansowane źródło białka i innych substancji odżywczych, nie powodując niedoboru aminokwasów siarkowych [6]. Umożliwi to uniknięcie zaburzeń aktywności enzymów oraz przebiegu przemian biochemicznych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu [6]. W praktyce hodowlanej dieta zapewniająca odpowiednią dawkę aminokwasów siarkowych stanowi składową białka zawartego w produktach pochodzenia zwierzęcego.

Aktualnie komponenty pasz zawierające przeciwutleniacze pochodzenia roślinnego są szeroko stosowane w żywieniu zwierząt. Naturalnymi przeciwutleniaczami są głównie polifenole, polisacharydy, alkaloidy i witaminy [35]. Rośliny drzewiaste wykazują wyższą zawartość

**Tabela 1**

**Procentowa zawartość substancji odżywczych w paszach przygotowywanych z roślin drzewiastych oraz innych pasz [26, 59]**

Rodzaj paszy	Gatunek rośliny	Białko ogólne	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	Popiół surowy
Liście roślin drzewiastych	<i>Moringa oleifera</i>	17,7%	2,8%	12,4%	10,5%
	<i>Morus alba</i>	21,2-29,8%	5,5%	6,9%	11,6%
	<i>Broussonetia papyrifera</i>	21,0%	3,2%	9,1%	12,1%
	<i>Caragana korshinskii</i>	9,9%	3,2%	34,4%	6,7%
Pasze białkowe powszechnie stosowane	<i>Paulownia tomentosa</i>	17,41%	3,84%	23,87%	8,85%
	susz z lucerny	19,1%	2,3%	22,7%	7,6%
	poekstrakcyjna śruta sojowa	54%	3,3%	2,8%	7,7%
	poekstrakcyjna śruta rzepakowa	36%	2%	11%	7%
	makuch rzepakowy	30%	10%	9%	5%

roślinnych metabolitów wtórnych niż rośliny zielne. Liście *M. oleifera* są bogate w witaminy, flawonoidy, fenole i karotenoidy [42]. Wysoka zawartość substancji aktywnych w liściach moringi wykorzystywana jest przede wszystkim w celu poprawy jakości mięsa zwierząt żywionych paszą z jej dodatkiem [53]. Ponadto, liście moringi wykazują wysokie stężenie karotenoidów, które średnio wynosi 40 139  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  świeżej masy. Około 48% tej ilości stanowi  $\beta$ -karoten [52], który jest jednym z najważniejszych prekursorów witaminy A, substancji czynnej wspomagającej wzrost i rozmnażanie oraz utrzymującej różne funkcje fizjologiczne. Oprócz witaminy A liście moringi są również bogate w witaminę E, która działa antyoksydacyjnie, a tym samym chroni komórki przed szkodliwym działaniem reaktywnych form tlenu i pomaga wzmocnić odporność komórkową. Dodatek liści *M. oleifera* do dawek dla kóz i mieszanek dla brojlerów zapewnia stabilność oksydacyjną mięsa [53].

Związki biologicznie aktywne zawarte w roślinie to metabolity wtórne spełniające szereg funkcji. W zależności od zawartości związków biologicznie aktywnych w roślinie oraz składu dawki pokarmowej zawierającej konkretny dodatek roślinny mogą mieć one charakter antyżywniowy lub działać korzystnie. Czynniki antyżywniowe definiuje się jako substancje wytwarzane w roślinach w wyniku ich metabolizmu, które wchodzi w interakcje ze składnikami chemicznymi, zakłócając proces trawienia i wykorzystania paszy [56]. Jednak w niskich stężeniach mogą stanowić one efektywny regulator przemian w zwalczający np. proces metanogenezy [25]. Biorąc pod uwagę mechanizm działania, czynniki antyżywniowe można podzielić na cztery typy: substancje hamujące trawienie i wykorzystanie białek, substancje hamujące wykorzystanie energii, substancje zwiększające zapotrzebowanie zwierząt na witaminy oraz substancje zaburzające układ odpornościowy [54]. Spośród tych substancji inhibitory proteazy, kwas fitynowy, polifenole i lektyny roślinne stanowią zdecydowaną większość i wykazują główne działanie antyżywniowe [54].

Liście moringi są obiecującym dodatkiem paszowym dla zwierząt ze względu na wysoką zawartość substancji odżywczych, ale również niską zawartość czynników antyżywniowych. Niemniej jednak zawartość substancji antyżywniowych w liściach *M. oleifera* różni się w zależności od odmiany i środowiska wzrostu [60]. Zawartość garbników w liściach *Moringa oleifera* waha się od 12 do 21  $\text{mg g}^{-1}$  [17]. Zawartość garbników obniża się w procesie suszenia, fermentacji i kiszenia [64]. Są to związki fenolowe, które w wysokich stężeniach oddziałują z trypsyną i amylazą lub z substratami tych enzymów, tworząc kompleksy. Kompleksy te są słabo przyswajalne przez zwierzęta, szczególnie monogastryczne. W niższych stężeniach wykazują one jednak korzystne dla zwierząt działanie antybakteryjne. W liściach *M. oleifera* występują również saponiny, jednak ich zawartość w suchej masie wynosi około 5  $\text{g kg}^{-1}$  i nie wykazują negatywnego wpływu na zwierzęta gospodarskie [36]. Również zawartość fitynianów utrzymuje się na niskim poziomie i wynosi około 22  $\text{mg g}^{-1}$  w suchej

masie [58]. Zawartość szczawianów, które w wysokich dawkach mogą mieć negatywny wpływ na funkcjonowanie układu pokarmowego, utrzymuje się na poziomie 27,5  $\text{mg g}^{-1}$ , podczas gdy w zielonych liściach amarantusa wynosi około 100  $\text{mg g}^{-1}$  [45].

W 1962 roku po raz pierwszy zastosowano nasiona moringi jako dodatek paszowy dla krów mlecznych [47]. W żywieniu zwierząt stosuje się także liście, młode pędy oraz pozostałości nasion po ekstrakcji oleju [66]. Moringa wykorzystywana jest w żywieniu zwierząt monogastrycznych, przeżuwaczy oraz ryb.

W żywieniu zwierząt monogastrycznych najczęściej wykorzystywanym źródłem białka jest poekstrakcyjna śruta sojowa [59]. Zawiera ona dużą ilość białka surowego, którego jakość decyduje o przyrostach masy ciała. Badania nad wykorzystaniem moringi w mieszanekach dla kurcząt brojlerów wykazały, że dodatek liści poprawia kondycję kurcząt poprzez regulację składu flory jelitowej, co skutkuje zwiększonymi przyrostami masy ciała [16, 30, 38]. Alabi i wsp. stwierdzili wzrost masy ciała i wyższy współczynnik konwersji paszy w porównaniu z grupą kontrolną u brojlerów żywionych paszą zawierającą ekstrakt z liści *M. oleifera* [4]. W badaniach przeprowadzonych przez Onunkwo i George'a nie wykazano różnicy w spożyciu paszy oraz przyroście masy ciała kurcząt brojlerów karmionych poekstrakcyjną śrutą sojową z dodatkiem liści *M. oleifera* w porównaniu do grupy kontrolnej karmionej bez dodatku moringi [41]. Susz z liści *M. oleifera* może zatem stanowić dodatkowe źródło białka w mieszanekach paszowych dla drobiu, nie obniżając wskaźników wzrostu. Badania Ayssiwede i wsp. wykazały, że dodatek liści *M. oleifera* oraz mączki z orzeszków ziemnych (nośnika białka) w ilości 24%, całkowitej ilości mieszanki, nie obniża średniego dziennego przyrostu masy ciała, jakości tuszy oraz cech morfologicznych wybranych części układu pokarmowego u kurczaków senegalskich [5]. Spośród wszystkich wprowadzonych dawek, to dodatek 8 i 16% liści *M. oleifera* do diety wykazywały największy wpływ na przyrost masy ciała kurcząt senegalskich w chowie ekstensywnym. Gadzirayi i wsp. badali potencjał *M. oleifera* jako substytutu białka poekstrakcyjnej śruty sojowej w żywieniu brojlerów [19]. Mimo tego, że spożycie paszy w poszczególnych grupach brojlerów poddanych 42-dniowemu tuczowi intensywnemu nie różniło się znacząco, wykazano pozytywny wpływ na wartości współczynnika wykorzystania paszy we wszystkich grupach otrzymujących dodatek *M. oleifera*. Dodatek suszu z liści moringi zwiększył liczebność czerwonych krwinek u kurcząt [31]. Jest to spowodowane stosunkowo wysoką zawartością żelaza w liściach *M. oleifera*.

*Moringa oleifera* stanowi również potencjalne źródło białka w żywieniu trzody chlewnej. Wieprzowina stanowi jeden z najczęściej spożywanych rodzajów mięs w naszej kulturze. Wysokie wymagania konsumentów sprawiają, że hodowcy trzody chlewnej poszukują alternatywnych pasz, które umożliwią osiągnięcie wysokiej wydajności rzeźnej oraz wysokiej jakości produktów, nie generując równocześnie wyższego kosztu produkcji. Badania wykazują, że susz z liści *M. oleifera* znacząco

poprawia jakość mięsa trzody chlewnej [37]. W doświadczeniach przeprowadzonych przez Abdel-Azeem i wsp. tuczniki karmione mieszanką zawierającą 5% liści *M. oleifera* nie wykazały niższego współczynnika wykorzystania paszy i cech jakościowych tuszy (właściwości organoleptyczne mięsa) [1]. Mięso przechowywane w warunkach chłodniczych dłużej utrzymywało właściwy zapach oraz ciemnoczerwony kolor. Zwierzęta otrzymujące mieszankę zawierającą ponad 5% suszu z liści *M. oleifera* wykazywały zwiększone dzienne spożycie paszy przy niższym współczynniku jej wykorzystania [37]. Uzyskane wyniki zależą między innymi od rasy zwierzęcia oraz składu mieszanki paszowej. Włączenie 40% suszu z liści *M. oleifera* do mieszanki dla meksykańskiej rasy bezwłosych świń nie wpłynęło na współczynniki wzrostu [10], jednak wysoki udział suszu z liści *M. oleifera* spowodował wzrost zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu podskórnym i mięsie zwierząt, co stanowi pozytywny efekt dla konsumentów mięsa. Efekty mogą zależeć także od wieku zwierząt. Zawartość 10% liści *M. oleifera* w mieszankach typu prestarter i starter dla prosiąt nie wykazały żadnej różnicy w średnich przyrostach dziennych [2].

Badania z wykorzystaniem *M. oleifera* były również prowadzone na przeżuwaczach. Mięso oraz mleko zwierząt przeżuwających są bogatym źródłem białka, oraz substancji biologicznie aktywnych o potwierdzonym działaniu prozdrowotnym [63]. Ze względu na wysoką zawartość związków biologicznie aktywnych oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych w liściach moringi, jest ona wykorzystywana w żywieniu przeżuwaczy nie tylko w celu poprawy jakości uzyskiwanych produktów, ale również ograniczenia rozmiaru emisji metanu. W badaniach *in vitro* z wykorzystaniem płynu żwacza krów mlecznych oceniano wpływ dawki pokarmowej zawierającej poekstrakcyjne śruty rzepakowe i sojowe oraz dawki z dodatkiem *M. oleifera* w formie świeżych liści lub ich ekstraktu [57]. Wykazano, że dzienna emisja metanu zmniejszyła się o około 17% w każdej grupie, w której wykorzystano dodatek moringi [58]. Podobnie, dodatek ekstraktu liści *M. oleifera* do dawki pokarmowej bazującej w głównej mierze na kukurydzy ograniczył emisję metanu od krów mlecznych [43]. Możliwość ograniczenia produkcji metanu u zwierząt przeżuwających otrzymujących liście *M. oleifera* potwierdziły również badania przeprowadzone w warunkach *in vitro* przez Dey i wsp., którzy analizowali płyn żwacza bawołów. Według autorów uzyskane wyniki redukcji są efektem obecności wtórnych metabolitów roślinnych (m.in. saponin i garbników) w liściach *M. oleifera*, które modulują skład mikroflory żwacza, w tym metanogenów [11].

Pedraza-Hernández i wsp. w badaniach na kozach zaproponowali nowatorską strategię z wykorzystaniem ekstraktu *M. oleifera* i żywych kultur drożdży (*Saccharomyces cerevisiae*) jako suplementów paszowych. Wyniki badań wykazały, że połączenie ekstraktu *M. oleifera* i *S. cerevisiae* w zastosowanej dawce skutecznie ogranicza produkcję metanu [44]. Dong i wsp. wykazali redukujący wpływ *M. oleifera* na liczebność poszczególnych grup metanogenów w żwaczu krów mlecznych [12].

Bogactwo mikroorganizmów w żwaczu sprawia, że pomimo wysokiej zawartości węglowodanów strukturalnych (celulozy i hemicelulozy), a także ligniny w roślinach drzewiastych, mogą być one wykorzystane jako komponent dawki dla przeżuwaczy. Badania przeprowadzone na krowach mlecznych wykazały, że dodatek liści *M. oleifera* istotnie wpływa na zwiększenie pobrania paszy oraz jej strawność [49, 59]. W eksperymencie przeprowadzonym przez Sanchez i wsp. wykazano, że w przypadku dodania do siana traw liści *M. oleifera*, strawność paszy wzrasta o około 30% [49]. W innym doświadczeniu, oprócz zwiększenia strawności paszy, wykazano wzrost produkcji mleka o około 6%, w porównaniu z grupą kontrolną, już od pierwszego dnia eksperymentu [59]. Dodatek *M. oleifera* miał również wpływ na modyfikację profilu kwasów tłuszczowych w mleku. Wykorzystanie jej w dawce dla krów mlecznych spowodowało obniżenie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych o 4,6 do 5,6% ogólnej puli oznaczanych kwasów. Jednocześnie zwiększyła się również zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych o 11,5 do 13,9%. W badaniach Zheng i wsp. dodatek moringi nie wpłynął istotnie na spożycie suchej masy, wydajność mleczną ani skład mleka krów w okresie laktacji. Wykazano jednak, że zbyt wysoki udział moringi w paszy może spowodować obniżenie stężenia cholesterolu całkowitego przy wzroście stężenia mocznika w surowicy krwi [67].

Badania przeprowadzone przez Adegun i wsp., w których określano wpływ suszu z liści *M. oleifera* jako substytutu śruty z nasion bawełny na przyrosty tryków, nie wykazały zmian w przyrostach masy ciała w porównaniu do grupy kontrolnej [3]. Liście *M. oleifera* nie wpłynęły na pobranie suchej masy dawki pokarmowej u kóz, a także na wartość współczynnika przeżuwania i strawność paszy w porównaniu z dawką pokarmową, gdzie wykorzystano *Leucaena leucocephala* [30]. W badaniach przeprowadzonych na zachodnioafrykańskich owcach karłowatych żywionych dawką pokarmową z dodatkiem 25% liści *M. oleifera* stwierdzono wysokie spożycie suchej masy, wysoką strawność składników pokarmowych oraz poprawę profilu hematologicznego owiec [13]. Pozytywny wpływ *M. oleifera* na profil hematologiczny krwi wykazano również w badaniach z wykorzystaniem kóz nubijskich. Stwierdzono zwiększenie całkowitego stężenia białka, albuminy i glukozy oraz jednoczesne obniżenie poziomu cholesterolu i trójglicerydów w surowicy krwi [22].

*Moringa oleifera* wykazuje silne działanie przeciwdrobnoustrojowe oraz przeciwutleniające. Za powyższe funkcje odpowiada wysoka zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych, flawonoidów, kwasu askorbinoowego, fenoli oraz karotenoidów w organach roślinnych [22, 28]. Dzięki tym właściwościom moringa może być stosowana jako naturalny środek przeciwdrobnoustrojowy w konserwacji żywności. Liczne badania wskazują, że ekstrakt z liści moringi może hamować wzrost takich bakterii jak: *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Listeria*, *Escherichia* [48], które często wykrywano są również w kiszoncek [65]. Zmniejszenie liczebności drobnoustrojów jest pożądane, ponieważ obecność takich mikroor-

ganizmów jak *Clostridia*, *Bacillus* i *Enterobacter* prowadzi do akumulacji kwasu masłowego i rozkładu białka podczas procesu kiszenia [55]. W praktyce wprowadzanie do dawek pokarmowych kiszonek o wysokiej zawartości kwasu masłowego, prowadzi do zmniejszenia pobrania paszy.

Dzięki właściwościom przeciwdrobnoustrojowym moringa może być wykorzystywana do stabilizowania procesów podczas kiszenia. Badania mające na celu wykazanie wpływu liści *M. oleifera* na jakość kiszonki wykazały, że dodatek moringi w ilości 25% i 50% materiału zakiszanego powoduje znaczne obniżenie zawartości kwasu masłowego oraz amoniaku [65]. Obniżenie zawartości kwasu masłowego poniżej 5 g/kg suchej masy ogranicza jego negatywny wpływ na pobranie paszy przez zwierzęta. Dodatkowo wykazano zmniejszenie liczebności populacji bakterii szczepu *Enterobacter* i *Clostridium*, co ma pozytywny wpływ na jakość kiszonki, ponieważ ich obecność prowadzi do akumulacji kwasu masłowego oraz proteolizy białka w trakcie procesu kiszenia.

Na podstawie przedstawionego przeglądu literatury można stwierdzić, że *M. oleifera* może być z sukcesem hodowana oraz stosowana w żywieniu różnych grup zwierząt w Polsce. Bogata zawartość substancji odżywczych oraz związków biologicznie aktywnych sprawia, że moringa z sukcesem może być i jest wykorzystywana w produkcji zwierzęcej jako wartościowy komponent paszowy. Należy jednak pamiętać o stosowaniu jej w połączeniu z nośnikami aminokwasów siarkowych. Oprócz stosowania, jako alternatywne źródło białka, warto zwrócić uwagę na jej potencjał w ograniczaniu rozmiaru emisji metanu. Dodatkowo może ona przyczynić się do zwiększenia wydajności mlecznej oraz przyrostów zwierząt. Warto jednak zwrócić uwagę, na jej odpowiednią ilość w dawce pokarmowej. W tym przypadku należy wziąć pod uwagę wiek zwierząt, ich stan zdrowia oraz różnice gatunkowe, aby ustalić dawkę, dzięki której w bezpieczny sposób osiągnięte zostaną pożądane efekty. Dodatek *M. oleifera* stanowi nie tylko korzyść dla hodowcy, ale również dla konsumenta. Dzięki wprowadzeniu jej do diety możliwa jest modyfikacja profilu kwasów tłuszczowych oraz poprawa jakości mięsa. Udowodnione działanie przeciwdrobnoustrojowe moringi może być również wykorzystane w przypadku stosowania jej jako naturalny konserwant. Przedstawione wyżej badania potwierdzają szeroką gamę zastosowań liści *M. oleifera*.

Praca wykonana została w ramach projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki OPUS, nr 2016/23/B/NZ9/0342.

**Literatura:** 1. **Abdel-Azeem A.F., Mohamed F.A., El-Shiekh S.E.M., Hessin A.F.**, 2017 – Maximizing productivity of lohmann chickens by feeding diets inclusion different levels of *Moringa oleifera* leaf powder as a safe feed additive. *Journal of Animal and Poultry Production* 8, 319-328. 2. **Acda S.P., Musilunga H.G.D., Moog B.A.**, 2010 – Partial substitution of commercial swine feeds with Malunggay (*Moringa oleifera*) leaf meal under backyard conditions. *Philippine Journal of Veterinary and Animal Sciences* 36, 137-146. 3. **Adegun M.K., Aye**

**P.A.**, 2013 – Growth performance and economic analysis of West African Dwarf Rams fed *Moringa oleifera* and cotton seed cake as protein supplements to *Panicum maximum*. *American Journal of Food and Nutrition* 3, 58-63. 4. **Alabi O.J., Malik A.D., NgAmbi J.W., Obaje P., Ojo B.K.**, 2017 – Effect of aqueous *Moringa oleifera* (Lam) leaf extracts on growth performance and carcass characteristics of hubbard broiler chicken. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola* 19, 273-280. 5. **Ayssiwe-de S.B., Dieng A., Bello H., Chrysostome C.A.A.M., Hane M.B., Mankor A.**, 2011 – Effects of *Moringa oleifera* (Lam.) leaves meal incorporation in diets on growth performances, carcass characteristics and economics results of growing indigenous senegal chickens. *Pakistan Journal of Nutrition* 10, 1132-1145. 6. **Brosnan J., Brosnan M.E.**, 2006 – 5th Amino Acid Assessment Workshop. The Sulfur-Containing Amino Acids: An Overview. *The Journal of Nutrition* 136, 1636-1640. 7. **Bryszak M., Szumacher-Strabel M., El-Sherbiny M., Stochmal A., Oleszek W., Roj E., Patra A.K., Cieslak A.**, 2019 – Effects of berry seed residues on ruminal fermentation, methane concentration, milk production, and fatty acid proportions in the rumen and milk of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 102, 1257-1273. 8. **Chang J., Peng S., Ciais P., Sainois M., Dangal S.R.S., Herrero M., Havlik P., Tian H., Bouquet P.**, 2019 – Revisiting enteric methane emissions from domestic ruminants and their  $\delta^{13}C$ CH<sub>4</sub> source signature. *Nature Communications* 10, 1-14. 9. **Dania S.O., Akpansubi P., Eghagara O.O.**, 2014 – Comparative effects of different fertilizer sources on the growth and nutrient content of moringa (*Moringa oleifera*) seedling in a greenhouse trial. *Pharmacology Clinical Research* 5, 67-72. 10. **Dany D.C., Jorge O.O., Angel S.V., Enrique S.D., Valentin P.R., Victor M.H.**, 2016 – Effect of *Moringa oleifera* meal inclusion on meat quality from the Mexican hairless pig. *Journal of Agricultural and Biological Science* 11, 131-41. 11. **Dey A., Paul S.S., Pandey P., Rathore R.**, 2014 – Potential of *Moringa oleifera* leaves in modulating in vitro methanogenesis and fermentation of wheat straw in buffalo. *Indian Journal of Animal Science* 84, 533-538. 12. **Dong L., Zhang T., Diao Q.**, 2019 – Effect of dietary supplementation of *Moringa oleifera* on the production performance and fecal methanogenic community of lactating dairy cows. *Animals* 9, 262-267. 13. **Fadiyimu A.A., Alokun J.A., Fajemisin A.N.**, 2010 – Digestibility, nitrogen balance and haematological profile of West African dwarf sheep fed dietary levels of *Moringa oleifera* as supplement to *Panicum maximum*. *Journal of American Science* 6, 634-643. 14. **Food and Agriculture Organization**, 2017 – Global Livestock Environmental Assessment Model Version 2.0 ([http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/gleam/docs/GLEAM\\_2.0\\_Model\\_description.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gleam/docs/GLEAM_2.0_Model_description.pdf)). 15. Overview of Global Meat Market Developments in 2018 (<http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/meat/meat-and-meat-products-update/en/>; Assess 25.09.2020). 16. **Alves Ferreira F.N., Ferreira W.M., da Silva Inácio D.F., Silva Neta C.S., Das Neves Mota K.C., Da Costa Júnior M.B., Caicedo W.**, 2019 – In vitro digestion and fermentation characteristics of tropical ingredients, co-products and by-products with potential use in diets for rabbits. *Animal Feed Science and Technology* 252, 1-10. 17. **Ferreira P.P.M., Farias D.F., Oliveira J.T.D.A., Carvalho A.D.F.**, 2008 – *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. *Brazilian Journal of Nutrition* 21, 431-437. 18. **Fuglie L., Lowell J.**, 1999 – The Miracle Tree: *Moringa oleifera*: Natural Nutrition for the Tropics. Training Manual. Church World Service, Dakar, Senegal, pp:68. 19. **Gadzirayi C.T., Masamha B., Mupangwa J.F., Washaya S.**, 2012 – Performance of broiler chickens fed on mature *Moringa oleifera* leaf meal as a protein supplement to soyabean meal. *Interna-*

- tional Journal of Poultry Science 11, 5-10. **20. Holmes C.D., Prather M.J., Søvdde O.A., Myhre G.**, 2013 – Future methane, hydroxyl, and their uncertainties: key climate and emission parameters for future predictions. *Atmospheric Chemistry and Physics* 13, 285-302. **21. Johnson B.C.**, 2005 – Clinical perspectives on the health effects of *Moringa oleifera*: A promising adjunct for balanced nutrition and better health. KOS Health Publications August 2005, 1-5. **22. Kholif A.E., Gouda G.A., Olafadehan O.A., Abdo M.M.**, 2018 – Effects of replacement of *Moringa oleifera* for berseem clover in the diets of Nubian goats on feed utilisation, and milk yield, composition and fatty acid profile. *Animal* 12, 964-972. **23. Kholif A.E., Morsy T.A., Gouda G.A., Anele U.Y., Galyean M.L.**, 2016 – Effect of feeding diets with processed *Moringa oleifera* meal as protein source in lactating Anglo-Nubian goats. *Animal Feed Science and Technology* 217, 45-55. **24. Kong C., Adeola O.**, 2014 – Evaluation of amino acid and energy utilization in feedstuff for swine and poultry diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 27, 917-925. **25. Kozłowska M., Cieślak A., Józwiak A., El-Sherbiny M., Stochmal A., Oleszek W., Szumacher-Strabel M.**, 2020 – The effect of total and individual alfalfa saponins on rumen methane production. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100, 1922-1930. **26. Kuźnicki D., Szumacher-Strabel M., Ratajczak H., Cieślak A.**, 2019 – Liście paulowni jako alternatywne źródło paszy dla zwierząt przeżuwających. *Przegląd hodowlany* 6, 9-13. **27. Lan W., Yang C.**, 2018 – Ruminant methane production: Associated microorganisms and the potential of applying hydrogen-utilizing bacteria for mitigation. *Science of The Total Environment* 654, 1270-1283. **28. Lee J.H., Kim Y.G., Park J.G., Lee J.**, 2017 – Supercritical fluid extracts of *Moringa oleifera* and their unsaturated fatty acid components inhibit biofilm formation by *Staphylococcus aureus*. *Food Control* 80, 74-82. **29. Mahmood K.T., Mugal T., Haq I.U.**, 2010 – *Moringa oleifera*: A natural gift-a review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 2, 775-781. **30. Manh L.H., Dung N.N.X., Ngoi T.P.**, 2005 – Introduction and evaluation of *Moringa oleifera* for biomass production and as feed for goats in the Mekong Delta. *Livestock Research for Rural Development* 17, 138-43. **31. Makanjula B.A., Obi O.O., Olorunghobunmi T.O., Morakinyo O.A., Oladele-Bukola M.O., Boladuro B.A.**, 2014 – Effect of *Moringa oleifera* leaf meal as a substitute for antibiotics on the performance and blood parameters of broiler chickens. *Livestock Research for Rural Development* 26, 144. **32. Manzoor M., Anwar F., Iqbal T., Bhangar M.I.**, 2007 – Physico-chemical characterization of moringa concanensis seeds and seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 84, 413-419. **33. Moett A., Tempio G.**, 2017 – Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal* 73, 245-256. **34. Moss A.R., Jouany J.P., Newbold J.**, 2000 – Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales de Zootechnie* 49, 231-253. **35. Moyo B., Oyedemi S., Masika P. J., Muchenje V.**, 2012 – Polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves/sunflower seed cake. *Meat Science* 91, 441-447. **36. Moyo B., Masika P.J., Hugo A., Muchenje V.**, 2011 – Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* leaves. *African Journal of Biotechnology* 10, 12925-12933. **37. Mukumbo F.E., Maphosa V., Hugo A., Nkukwana T.T., Mabusela T.P., Muchenje V.**, 2014 – Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on finisher pig growth performance, meat quality, shelf life and fatty acid composition of pork. *South African The Journal of Animal Science* 44, 388-400. **38. Nkukwana T.T., Muchenje V., Pieterse E., Masika P.J., Mabusela T.P., Hoffman L.C., Dzama K.**, 2014 – Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on growth performance, apparent digestibility, digestive organ size and carcass yield in broiler chickens. *Livestock Science* 161, 139-146. **39. Ouédraogo M., Ouédraogo M., Lamien-Sanou A., Ramdé N., Ouédraogo A.S., Ouédraogo M., Zongo S.P., Guissou P.I.**, 2013 – Protective effect of *Moringa oleifera* leaves against gentamicin-induced nephrotoxicity in rabbits. *Experimental and Toxicologic Pathology* 65, 335-339. **40. Olijhoek D., Lund P.**, 2017 – Methane production by ruminants. Department of Animal science AU-Foulum. Aarhus University, Denmark. **41. Onunkwo D.N., George O.S.**, 2017 – Effects of *Moringa oleifera* leaf meal on the growth performance and carcass characteristics of broiler birds. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 8, 63-6. **42. Pakade V., Cukrowska E., Chimuka L.**, 2013 – Comparison of antioxidant activity of *Moringa oleifera* and selected vegetables in South Africa. *The South African Journal of Science* 109, 17-22. **43. Parra-Garcia A., Elghandour M.M.M.Y., Greiner R., Barbabosa-Pliego A., Camacho-Diaz L.M., Salem A.Z.M.**, 2019 – Effects of *Moringa oleifera* leaf extract on ruminal methane and carbon dioxide production and fermentation kinetics in a steer model. *Environmental Science and Pollution Research* 26, 15333-15344. **44. Pedraza-Hernández J., Elghandour M.M., Khusro A., Camacho-Diaz L.M., Vallejo L.H., Barbabosa-Pliego A., Salem A.Z.**, 2019 – Mitigation of ruminal biogases production from goats using *Moringa oleifera* extract and live yeast culture for a cleaner agriculture environment. *Journal of Cleaner Production* 234, 779-786. **45. Radek M., Savage G.P.**, 2008 – Oxalates in some Indian green leafy vegetables. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 59, 246-260. **46. Radovich T., Elevitch C.R.**, 2011 – Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Moringa (*Moringa oleifera*). Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry; Permanent Agriculture Resources (PAR): Holualoa, HI, USA. **47. Ramachandran C., Peter K.V., Gopalakrishnan P.K.**, 1980 – Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany* 34, 276-283. **48. Ratshilivha N., Awouafack M.D., du Toit E.S., Eloff J.N.**, 2014 – The variation in antimicrobial and antioxidant activities of acetone leaf extracts of 12 *Moringa oleifera (Moringaceae)* trees enables the selection of trees with additional uses. *South African Journal of Botany* 92, 59-64. **49. Reyes Sánchez N., Spörrndly E., Ledin I.**, 2006 – Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livestock Science* 101, 24-31. **50. Sambou D.B.**, 2001 – Supplementation for pregnant and breast-feeding women with *Moringa oleifera* powder. Development Potential for Moringa Products. International Workshop, Dar es Salaam, Tanzania, vol. 29. **51. Sánchez N.R., Ledin S., Ledin I.**, 2006 – Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems* 66, 231-242. **52. Seshadri S., Nambiar V.S.**, 2003 – Kanjero (*Digera arvensis*) and drumstick leaves (*Moringa oleifera*): nutrient profile and potential for human consumption. *World Review of Nutrition and Dietetics* 91, 41-59. **53. Shah M.A., Bosco S.J.D., Mir S.A.**, 2015 – Effect of *Moringa oleifera* leaf extract on the physicochemical properties of modified atmosphere packaged raw beef. *Food Packaging and Shelf Life* 3, 31-38. **54. Shi H.H., Liao J.M., Li Y., Guo L., Wang C., Peng Z.T.**, 2018 – Feeding value of woody forage in pig production and treatment technology of anti-nutritional factors. *Pratacultural Science* 35, 1556-1567. **55. Silva V.P., Pereira O.G., Leandro E.S., Da Silva T.C., Ribeiro K.G., Mantovani H.C., Santos S.A.**, 2016 – Effects of lactic acid bacteria

with bacteriocinogenic potential on the fermentation profile and chemical composition of alfalfa silage in tropical conditions. *Journal of Dairy Science* 99, 1895-1902. **56. Soetan K.O., Oyewole O.E.**, 2009 – The need for adequate processing to reduce the antinutritional factors in plants used as human foods and animal feeds: a review. *African Journal of Food Science and Technology* 3, 223-32. **57. Soliva C.R., Kreuzer M., Foidl N., Foidl G., Machmüller A., Hess H.D.**, 2005 – Feeding value of whole and extracted *Moringa oleifera* leaves for ruminants and their effects on ruminal fermentation in vitro. *Animal Feed Science and Technology* 118, 47-62. **58. Stevens C., Ugese F., Otitoju G., Baiyeri K.**, 2016 – Proximate and anti-nutritional composition of leaves and seeds of *Moringa oleifera* in Nigeria: a comparative study. *Agro-Science* 14, 9-15. **59. Su B., Chen X.**, 2020 – Current Status and Potential of *Moringa oleifera* Leaf as an Alternative Protein Source for Animal Feeds. *Frontiers in Veterinary Science* 7, 1-13. **60. Sultana N., Alimon A., Haque K.S., Sazili A.Q., Yaakub H., Hossain S.J.**, 2014 – The effect of cutting interval on yield and nutrient composition of different plant fractions of *Moringa oleifera* tree. *Journal of Food Agriculture and Environment* 12, 599-604. **61. Szczechowiak J., Szumacher-Strabel M., El-Sherbiny M., Pers-Kamczyc E., Pawlak P., Cieslak A.**, 2016 – Rumen fermentation, methane concentration and fatty acid proportion in the rumen and milk of dairy cows fed condensed tannin and/or fish-soybean oils blend. *Animal Feed Science and Technology* 216, 93-107. **62. Teixeira E.M.B., Carvalho M.R.B., Neves**

**V.A., Silva M.A., Arantes-Pereira L.**, 2014 – Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves. *Food Chemistry* 147, 51-54. **63. Vahmani P., Ponnampalam E.N., Kraft J., Mapiye C., Bermingham E.N., Watkins P.J., Dugan M.E.R.**, 2020 – Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. Invited Review. *Meat Science* 165, 108114. **64. Vitti D.M.S.S., Nozella E.F., Abdalla A.L., Bueno I.C.S., Filho J.C., Costa C., Bueno M.S., Longo C., Vieira M.E.Q., Cabral Filho S.L.S., Godoy P.B.**, 2005 – The effect of drying and urea treatment on nutritional and anti-nutritional components of browses collected during wet and dry seasons. *Animal Feed Science and Technology* 122, 123-133. **65. Wang C., He L., Xing Y., Zhou W., Yang F., Chen X., Zhang Q.**, 2019 – Fermentation quality and microbial community of alfalfa and stylo silage mixed with *Moringa oleifera* leaves. *Bioresource Technology* 284, 240-247. **66. Wu D., Cai Z.H., Wei Y.X., Zhang C., Liang G.L., Guo Q.G.**, 2013 – Research advances in *Moringa* as a new plant protein feed. *Chinese Journal of Animal Nutrition* 25, 503-11. **67. Yang R.Y., Chang L.C., Hsu J.C., Weng B.C., Palada M.C., Chadha M. L., Levasseur V.**, 2006 – Nutritional and Functional Properties of *Moringa* Leaves – From Germplasm, to Plant, to Food, to Health. *Journal of the American Chemical Society*, 1-17. **68. Zheng Y., Zhang Y., Wu J.**, 2016 – Yield and quality of *Moringa oleifera* under different planting densities and cutting heights in southwest China. *Industrial Crops and Products* 91, 88-96.

## Ocena homogeniczności pasz leczniczych na terenie monitorowanym przez ZHW w Olsztynie w latach 2018-2019

**Mateusz Maliszewski, Tomasz Mituniewicz**

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Bioinżynierii Zwierząt, Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska

Naukowcy z całego świata przewidują wzrost ludności w ciągu kilku najbliższych dekad [3, 4, 21]. Z pewnością będzie to się wiązało ze wzrostem produkcji mięsa [10]. Dlatego też w tym kontekście coraz częściej mówi się o bezpieczeństwie żywności, które początek ma w produkcji pasz – strategia „od pola do stołu” (*from field to fork*) [2].

Pasze podawane zwierzętom, jeśli są odpowiedniej jakości, mogą zagwarantować wyższą zdrowotność zwierząt. Dotyczy to zwłaszcza pasz leczniczych, gdyż

są głównym sposobem podawania zwierzętom gospodarskim antybiotyków doustnie w celu zwalczania danej jednostki chorobowej. W związku z tym, ich produkcja oraz obrót zostały objęte kontrolą urzędową, gdyż nie może dojść do sytuacji, aby pozostałości po substancjach przeciwbakteryjnych znajdowały się w mięsie przeznaczonym dla konsumentów. Nie ma możliwości także zaprzestania stosowania pasz leczniczych, gdyż antybiotykoterapie wciąż są niezbędne w leczeniu i profilaktyce wielu chorób [16]. O wartości pasz leczniczych oraz ich wysokiej jakości decyduje również ich jednorodność, czyli homogeniczność. Jednorodność składu mieszanki w całej jej objętości ma kluczowe znaczenie, gdyż gwarantuje utrzymanie stałej zawartości substancji czynnej w 1 g paszy [17].

### Stosowanie pasz leczniczych

W 2006 roku, kiedy to wprowadzono zakaz stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu w produkcji zwierzęcej, które do tej pory były podawane jako dodatek do wody lub paszy, wzrosło zapotrzebowanie na pasze lecznicze [6, 12, 13]. Dodatkowo pozytywnie wpłynęło to na wzmożone kontrole prowadzone przez służby weterynaryjne w celu oceny procesu dodawania antybiotyków czy innych substancji leczniczych do pasz. Ma to szczególne znaczenie, gdyż niekontrolowany dodatek antybiotyków do pasz może prowadzić do wystąpienia niedozwolonych poziomów pozostałości w mięsie, które przeznaczone jest do spożycia przez ludzi [14].