

DARIA M. URBAŃSKA, MICHAŁ CZOPOWICZ, MARCIN MICKIEWICZ,
JAROSŁAW KABA, EMILIA BAGNICKA

**WPLYW SUPLEMENTACJI DIETY EKSTRAKTEM Z ROZMARYNU I/LUB
KURKUMY NA FUNKCJE IMMUNOREGULACYJNE I CECHY
JAKOŚCIOWE U MAŁYCH PRZEŻUWACZY**

Streszczenie

Wprowadzenie. Żywnienie jest jednym z kluczowych czynników wpływających na homeostazę organizmu. Składniki bioaktywne i odżywcze wpływają na przemiany metaboliczne oraz mogą poprawiać funkcjonowanie układu odpornościowego. Dzięki spożywanym produktom do komórek dostarczana jest woda oraz materiały budulcowe i energetyczne, które są niezbędne do ich prawidłowego funkcjonowania. Już w starożytności Sokrates i Hipokrates zwracali uwagę na dietę jako kluczowy element związany z utrzymaniem zdrowia. Obecnie rośnie zainteresowanie żywnością funkcjonalną oraz wykorzystaniem preparatów ziołowych w zapobieganiu i/lub leczeniu chorób. Aktualnym wyzwaniem dla naukowców jest poszukiwanie bezpiecznych suplementów diety o właściwościach korzystnie wpływających na układ odpornościowy oraz cechy produkcyjne zwierząt gospodarskich.

Wyniki i wnioski. Jednymi z interesujących związków organicznych, cechującymi się powyższymi właściwościami, są polifenole. Wykazują one właściwości przeciwzapalne, przeciwutleniające, przeciwdrobnoustrojowe i przeciw pasożytnicze. Związki te to wtórne metabolity roślin, które są wytwarzane i wydzielane przez nie podczas obrony immunologicznej. Małe przeżuwacze odgrywają znaczącą rolę społeczno-ekonomiczną na całym świecie. Stanowią one źródło mięsa oraz mleka, z którego dodatkowo powstaje cała gama produktów mlecznych o odmiennych właściwościach niż mleko. Z uwagi, iż wiele funkcji i procesów fizykochemicznych (fizjologicznych) zachodzących w organizmie małych przeżuwaczy może stanowić model zwierzęcy dla człowieka, celem opracowania jest analiza aktualnego stanu wiedzy w zakresie wpływu polifenoli zawartych w rozmarynie i kurkumie na cechy produkcyjne (wydajność i skład mleka), użytkowość tuczną i jakość mięsa, parametry żywca oraz układ odpornościowy kóz i owiec.

Słowa kluczowe: przeżuwacze, polifenole, mleko, mięso, krew

*Dr D.M. Urbańska ORCID: 0000-0001-7768-4429, Zakład Biotechnologii i Nutrigenomiki, Instytut Genetyki i Biotechnologii Zwierząt, Polskiej Akademii Nauk, ul. Postępu 36A, Jastrzębiec, 05-552 Magdalena; prof. dr hab. M. Czopowicz ORCID: 0000-0002-4238-8360; dr M. Mickiewicz ORCID: 0000-0001-9747-6803; prof. dr hab. inż. J. Kaba ORCID: 0000-0002-7977-9875, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Medycyny Weterynaryjnej, Samodzielny Zakład Epidemiologii i Ekonomiki Weterynaryjnej, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa; prof. dr hab. E. Bagnicka ORCID: 0000-0001-7193-2006, Zakład Biotechnologii i Nutrigenomiki, Instytut Genetyki i Biotechnologii Zwierząt, Polskiej Akademii Nauk, ul. Postępu 36A, Jastrzębiec, 05-552 Magdalena.
Kontakt email: daria.m.urbanska@gmail.com*

Wprowadzenie

Zastosowanie ziół w nutrigenetyce

Warunkiem prawidłowego funkcjonowania organizmu jest utrzymanie równowagi jego wewnętrznego środowiska w warunkach działania czynników zewnętrznych. Ta równowaga organizmu to homeostaza. W języku greckim słowo *homois* oznacza „równy”, a *stasis* znaczy „trwały”. Utrzymanie homeostazy, czyli trwałej równowagi organizmu jest nadzorowane przede wszystkim układem nerwowym (somatyczny i autonomiczny), hormonalnym i immunologicznym [33, 75]. Żywność jest jednym z kluczowych czynników wpływających na homeostazę organizmu. Dzięki spożywanym produktom do komórek dostarczana jest woda oraz materiały budulcowe i energetyczne, które są niezbędne do ich prawidłowego funkcjonowania. Już w starożytności Sokrates i Hipokrates zwracali uwagę na dietę jako kluczowy element związany z utrzymaniem zdrowia. Obecnie wiele chorób, zwłaszcza tzw. cywilizacyjnych, ma swoje źródło w nieodpowiednim odżywianiu (np. cukrzyca, osteoporoza, otyłość, nowotwory). Z tego powodu coraz częściej zwraca się uwagę na wpływ poszczególnych substancji bioaktywnych zawartych w pożywieniu na ekspresję genów [5,50]. Obserwowany w ostatnich latach postęp w badaniach nutrigenetycznych i nutrigenomicznych pozwala dostrzec zależność pomiędzy dostarczaniem składnikami bioaktywnymi, odżywczymi m.in. białkami, kwasami tłuszczowymi oraz nieodżywczymi tj. polifenole, alkaloidy, terpenoidy, glikozydy, a przemianami metabolicznymi. Składniki te mogą być suplementowane zarówno w formie naturalnej jak i przetworzonej. Badania nad poszczególnymi składnikami pokarmowymi obejmują zarówno ich wpływ na zdrowie, cechy produkcyjne, poprawę funkcjonowania poszczególnych układów (np. pokarmowego), jak i zmniejszenie podatności na stres. Dotychczasowe informacje związane z nutrigenetyką człowieka coraz częściej znajdują zastosowanie w hodowli zwierząt gospodarskich [34,105]. Z drugiej strony, prowadzenie takich badań na zwierzętach, jako zwierzętach modelowych dla człowieka, pozwala szybko i dokładnie dokonać analizy danych i określić właściwości poszczególnych składników bioaktywnych lub całych produktów na funkcjonowanie organizmu. W przyszłości uzyskane wyniki będą mogły zostać wykorzystane m.in. do opracowywania żywienia zindywidualizowanego, w którym uwzględnia się nie tylko zależność gen – składnik pokarmowy, ale także różnorodność fenotypów w populacji [41].

Obecnie rośnie zainteresowanie wykorzystaniem preparatów ziołowych w zapobieganiu i/lub leczeniu chorób m.in. w niealkoholowej stłuszczeniowej chorobie wątroby, grypie, zaburzeniach żołądkowo-jelitowych [24, 40, 103]. Ziołolecznictwo jest jedną z najstarszych metod leczenia [62]. W tym celu wykorzystuje się około 800 roślin, które posiadają właściwości lecznicze [101]. Zioła to rośliny zawierające składniki bioaktywne, które wykazują działanie m.in. przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe

i przeciw pasożytnicze [90], w związku z czym odgrywają znaczącą rolę w systemie ochrony zdrowia ludzi i zwierząt na całym świecie [101]. Suplementacja ziół i innych roślin m.in. przypraw, w różnych kombinacjach w codziennej diecie może pozytywnie wpływać na układ odpornościowy, reprodukcję oraz cechy produkcyjne [8, 52].

Aktualnym wyzwaniem dla naukowców jest poszukiwanie bezpiecznych suplementów diety o właściwościach korzystnie wpływających na układ odpornościowy oraz cechy produkcyjne zwierząt gospodarskich. Jednymi z interesujących związków organicznych, cechującymi się powyższymi właściwościami, są polifenole. Wykazują one właściwości przeciwzapalne, przeciwutleniające, przeciwdrobnoustrojowe i przeciw pasożytnicze. Związki te to wtórne metabolity roślin, które są wytwarzane i wydzielane przez nie podczas obrony immunologicznej [8, 36]. Niektóre polifenole w określonych stężeniach wykazują właściwości przeciwutleniające, dzięki czemu poprawiają np. jakość gamet męskich i żeńskich, a tym samym korzystnie wpływają na rozrodczość [8]. Polifenole powodują łagodzenie ogólnoustrojowych stanów zapalnych wynikających z nadprodukcji reaktywnych form tlenu (ROS) w okresie stresu oksydacyjnego. Dotychczas udowodniono, że niektóre rośliny, tj. morwa papierowa (łac. *Paper mulberry*), moringa olejodajna (łac. *Moringa oleifera*), zawierające te związki, zmniejszały liczbę komórek somatycznych w mleku (KSM) i poprawiły wydajność mleka oraz zawartość jego składników u krów [27]. Co więcej, badania nad polifenolami prowadzone były pod kątem możliwości produkcji żywności funkcjonalnej, a także wykorzystania ich w nanotechnologii podczas poszukiwania naturalnych nośników substancji czynnych [108].

Małe przeżuwacze odgrywają znaczącą rolę społeczno-ekonomiczną na całym świecie. Stanowią one źródło mięsa oraz mleka, z którego dodatkowo powstaje cała gama produktów mlecznych [86] o odmiennych właściwościach niż mleko [60]. Zarówno mleko jak i mięso kozie i owcze, uznawane są za żywność funkcjonalną [11, 17, 72]. Popyt na tę żywność spowodował konieczność rozwoju metod produkcji i genetycznego doskonalenia ras [86]. Dotychczasowe badania naukowe dowiodły, że istnieją bardzo silne zależności na poziomie molekularnym pomiędzy genomem a odżywianiem. Wiadomo również, że bioaktywne składniki diety zmieniają aktywność genów [13]. Określenie wpływu poszczególnych związków na ekspresję genów umożliwi ingerencję w funkcjonowanie poszczególnych tkanek, a nawet całego organizmu. Oprócz oczekiwanych zmian, takie działania mogą nieść ze sobą również niekorzystne następstwa np. zaburzenie homeostazy. Dlatego konieczne jest szczegółowe poznanie ich wpływu na organizm. Przykładami związków chemicznych, których wpływ na ekspresję genów potwierdzono są m.in. witaminy (A, C, B12), mikroelementy (selen, cynk, magnez) i polifenole. Zbyt duża dawka selenu obniża ekspresję genów peroksydazy glutationowej (GPX) i tym samym zmniejsza zdolność antyoksydacyjną wątroby, a nawet może powodować jej dysfunkcję [110]. Również nadmiar cynku, niekorzystnie

wpływa na ekspresję genów związanych z procesami biologicznymi i układem odpornościowym [73]. Dotyczy to również spożywania zbyt dużej ilości polifenoli, zwłaszcza w postaci oczyszczonej lub ich ekstraktów zamiast owoców, warzyw czy ziół i przypraw. Konieczne są zatem badania jaka ilość ziół, czy przypraw nie doprowadzi do przedawkowania polifenoli [19].

Wiadomo, że większość składników bioaktywnych koniecznych dla prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego, czy zwierzęcego dostarczana jest w codziennej diecie. Przy opracowywaniu dawek pokarmowych uwzględniane są witaminy i mikroelementy, jednak nie polifenole, czy inne substancje bioaktywne (np. terpenoidy, glikozydy). Należy zatem podkreślić, że odpowiedni dobór określonych składników bioaktywnych w diecie umożliwi regulację ekspresji konkretnych genów [5, 70, 84].

W celu zwiększenia odporności, leczenia chorób, czy poprawy cech produkcyjnych coraz częściej prowadzone są badania nad wpływem kurkumy i rozmarynu jako potencjalnych źródeł polifenoli. Co więcej, ze względu na panującą w ostatnim czasie „modę” na stosowanie kurkumy oraz przystępność obu przypraw, należy szerzej przyjrzeć się ich działaniu [93]. Zwłaszcza, że bezpośrednie narażenie skóry na działanie kurkuminy może wywoływać alergiczne kontaktowe zapalenie skóry [51, 92]. Podejrzewa się również, że nadmierne jej spożywanie może wywołać reakcję uczuleniową [98].

Wiele fizykochemicznych i fizjologicznych procesów zachodzących w organizmie małych przeżuwaczy może stanowić model dla człowieka. Wobec powyższego celem opracowania jest analiza aktualnego stanu wiedzy na temat wpływu polifenoli zawartych w rozmarynie i kurkumie na cechy produkcyjne (wydajność i skład mleka), użytkowość tuczną i jakość mięsa, parametry żywca oraz układ odpornościowy małych przeżuwaczy. Na podstawie przeprowadzonej analizy zaproponowano kierunki przyszłych badań, które mogą mieć istotne znaczenie w kształtowaniu profilaktyki chorób u ludzi z zastosowaniem ziół.

Rozwój farmakologii

W celu poprawy stanu zdrowia, zanim wypracowano podstawy naukowe praktyki medycznej, ludzie stosowali ziołolecznictwo, minerały, miód i wodę [106]. Pierwszy chiński zielnik został opracowany w XXVIII w. p.n.e. przez Szen-Nungowa [42]. Z kolei, już w Europie, w starożytności wykorzystywano aromaterapię jako profilaktykę zdrowotną. Dynamiczny rozwój chemii nastąpił na przełomie XVIII i XIX wieku, kiedy uczeni prowadzili badania i podejmowali próby wyodrębniania substancji leczniczych z roślin [106]. W tym okresie wyizolowano kilka ważnych substancji leczniczych, tj. morfinę z opium (1805), strychninę z bobu świętego Ignacego (1818), atropinę z pokrzyki wilczej jagody (1819), chininę z kory chinowej (1820) oraz koniinę z szczwołu płamiastego (1826) [44, 104, 106]. Druga połowa XIX wieku oraz początek XX wieku to czas intensywnych prób syntetycznego uzyskania alkaloidów. Pierwszy

sukces odnotowano w 1886 roku, kiedy uzyskano syntetyczną koniinę. W kolejnych latach udało się uzyskać np. syntetyczną nikotynę (1904), kokainę (1923) czy strychninę (1948). Badania te, umożliwiły poznanie budowy alkaloidów i poszukiwanie zastępczych syntetycznych produktów, które charakteryzowały się mniejszą toksycznością niż naturalny odpowiednik i zmniejszonym ryzykiem wystąpienia działań niepożądanych. W tym czasie zaczęto stosować nowokainę, atebrynę i polamidon odpowiednio zastępujące: kokainę, chininę i heroinę [106]. Powszechne stosowanie leków roślinnych trwało do lat trzydziestych XX wieku [18]. Stopniowe zaprzestanie tych praktyk zapoczątkowane było m.in. przypadkowym odkryciem penicyliny przez Fleminga w 1928 roku. Ten szczęśliwy traf zapoczątkował dalsze badania nad tym antybiotykiem. W pierwszej połowie XX wieku udało się ją po raz pierwszy wyizolować (1940) i podać pacjentowi (1942) [47, 106]. Przełomowym odkryciem dla rozwoju farmakologii było również otrzymanie w 1935 roku przez Gerharda Domagka pierwszego chemioterapeutyka – sulfacetamidu, wykorzystywanego później w zwalczaniu infekcji wywoływanych przez paciorkowce [18]. Konsekwencją rozwoju chemicznej produkcji leków było nastanie w latach 60. i 70. tzw. „złotej ery antybiotyków”, czyli okresu licznych poszukiwań nowych leczniczych substancji syntetycznych (np. antybiotycznych), prób produkcji pół-syntetycznych pochodnych antybiotyków oraz nadużywanie antybiotyków [47, 76]. Zbyt częste, a nierzadko nawet nieuzasadnione ich stosowanie stało się źródłem wykształcenia lekooporności przez patogeny [76]. Z czasem zauważono również, że stosowanie leczniczych związków syntetycznych może powodować u pacjentów działania niepożądane tj.: wymioty, biegunki, bóle głowy, objawy uczuleniowe. Z tego powodu ponowne zastosowanie roślin leczniczych, głównie w leczeniu przewlekłych schorzeń, staje się obiektem zainteresowań badaczy i lekarzy [18]. Ze względu na rosnące zainteresowanie ziołolecznictwem, WHO opracowało szczegółowe wytyczne dotyczące metodologii badań klinicznych produktów roślinnych zanim zostaną wprowadzone do obrotu. Zasady te obejmują wszystkie etapy tradycyjnego ziołolecznictwa [37, 59]. Na podstawie dotychczasowych metaanaliz wykazano przewagę zastosowania preparatów ziołowych lub ziół nad placebo [31, 43, 53, 94, 102]. Również badania z zakresu fitochemii i farmakologii potwierdziły działanie lecznicze wielu roślin. Co więcej, na podstawie uzyskanych wyników określono, które związki chemiczne są odpowiedzialne za poszczególne właściwości. Poznanie dokładnych mechanizmów obronnych organizmu umożliwi skuteczniejsze wprowadzanie terapii naturalnych. Istnieją doniesienia, że tradycyjnie stosowane zioła/przyprawy mogą polepszać działanie układu immunologicznego u pacjentów poddawanych antybiotykoterapii [18]. Jednakże, jak podkreślają Bieniasz i wsp. [9], zarówno ocena skuteczności zastosowania preparatów ziołowych i ziół, jak i korzystanie z polskojęzycznych źródeł wiedzy, powinny być prowadzone z najwyższą starannością dla zainteresowanych tą tematyką osób. Przykładowo, dotychczas poznana skuteczność i bezpieczeństwo stosowania rozmarynu przełożyły się na komercjalizację

licznych produktów i ekstraktów, jednak ich wpływ *in vivo* powinien zostać dokładniej zbadany [82]. Wobec powyższego konieczne jest zwiększenie naukowej walidacji stosowania ziół. W przyszłości bardziej szczegółowe informacje na temat skuteczności i bezpieczeństwa stosowania leczenia ziołowego, będą mogły zostać wykorzystane do opracowania regulacji wytwarzania leczniczych produktów ziołowych [62].

Kurkuma i rozmaryn

Ostryż długi (łac. *Curcuma longa*), potocznie zwany kurkumą, uprawiany na terenach tropikalnych, głównie w Indiach, jest od dawna stosowany w medycynie tradycyjnej. Obecnie znane są 133 odmiany kurkumy [81]. Jej sproszkowane kłącze jest jednym z głównych składników używanych do produkcji przyprawy curry, rzadziej mówi się o jej zastosowaniu w barwieniu musztardy. Oprócz zastosowania w kuchni, znane jest jej stosowanie w tradycyjnej medycynie [100]. Kurkuma jest jedną z najczęściej badanych roślin [32]. Główny polifenol występujący w niej stanowi kurkumina [63]. Dotychczas stwierdzono, że bioaktywne związki zawarte w kurkumie wykazują m.in. działanie przeciwdrobnoustrojowe, przeciwzapalne, przeciwutleniające, przeciwnowotworowe [49]. W tradycyjnej medycynie wykorzystywana jest jako środek antyseptyczny, dezynfekujący, przeciwzapalny i przeciwbólowy. Kurkumę stosuje się także w celu wspomagania trawienia, poprawy flory jelitowej i leczenia podrażnień skóry [100]. Co więcej, kurkumina zawarta w kurkumie wykazuje działanie senolityczne, czyli ma zdolność do identyfikacji starzejących się komórek oraz aktywacji ich apoptozy [29].

W 2004 r. Komitet JECFA (*Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*) ustalił, że dopuszczalne dzienne spożycie kurkuminy wynosi $0 \div 3$ mg/kg masy ciała (maksymalnie $250 \div 320$ mg/kg masy ciała) [56]. Europejska Agencja ds. Leków (ang. *European Medicines Agency*, EMA) podaje, iż w tradycyjnym zastosowaniu sproszkowaną kurkumę można spożywać $2 \div 3$ razy dziennie w dawce $0,5 \div 1$ g lub w formie przestudzonego naparu sporządzonego z $22 \div 25$ g świeżego kłącza zalanego 500 cm^3 wrzącej wody [24]. Z kolei FAO/WHO sugeruje, że w ramach profilaktyki osoby zdrowe mogą dziennie spożywać 3 mg kurkumy na kg masy ciała. Jednakże dawka ta jest zbyt mała, aby mogła być wykorzystywana w procesie leczniczym [20].

Rozmaryn lekarski (łac. *Rosmarinus officinalis*) jest krzewem pierwotnie występującym w rejonie Morza Śródziemnego. Ze względu na dużą zdolność adaptacyjną uprawiany jest on na całym świecie. Rozmaryn wykorzystuje się jako przyprawę, środek aromatyzujący oraz konserwujący. Wykazuje on wiele prozdrowotnych działań, tj. przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, przeciwgrzybiczne, przeciwzapalne i przeciwutleniające [4]. Właściwości te związane są przede wszystkim z obecnością polifenoli, tj. kwasu rozmarynowego, będącego kwasem fenolowym oraz kwasu karnozowego i karnazolu, należących do rodziny diterpenów fenolowych [82]. W badaniach przeprowadzonych *in vitro* i *in vivo* m.in. na myszach [2] i królikach [22] wykazano stymu-

lujący wpływ rozmarynu na układ odpornościowy, jednak brakuje dowodów na podobne działanie na organizm człowieka [1]. W medycynie tradycyjnej roślinę tę stosuje się w łagodzeniu objawów związanych z kolką nerkową, bolesnymi miesiączkami, a także skurczami mięśni. Co więcej, na podstawie dotychczasowych badań wykazano jego neuroprotektoryjne działanie, co jest szczególnie obiecujące w zapobieganiu pogorszeniu funkcji poznawczych człowieka i wspieraniu zdrowia mózgu. Rozmaryn posiada również zdolność do hamowania proliferacji komórek nowotworowych i modulowania ścieżek sygnałowych związanych z progresją guza. Roślina ta może zostać wykorzystana również w profilaktyce i leczeniu chorób układu sercowo-naczyniowego i metabolicznych m.in. dzięki zdolności do kontrolowania poziomu cholesterolu i glukozy we krwi. Pomimo obiecujących dowodów na terapeutyczne działanie rozmarynu konieczne jest przeprowadzenie badań nad standaryzacją metod ekstrakcji i kompleksowego zastosowania tej rośliny w leczeniu chorób w celu potwierdzenia skuteczności i bezpieczeństwa rozmarynu dla człowieka [7].

Badania nad wpływem kurkumy i rozmarynu w najczęściej wykorzystywanych modelach zwierzęcych ludzkich chorób

Do tej pory zbadano wpływ rozmarynu m.in. na układ odpornościowy i profil lipidów, układ nerwowy, układ szkieletowy, procesy starzenia się i stres oksydacyjny u zwierząt modelowych dla chorób występujących u ludzi (Tabela. 1).

Tabela. 1. Przegląd badań nad wpływem rozmarynu lub kurkumy w modelach zwierzęcych.
Table 1. The review of studies on the effects of rosemary or turmeric in animal models.

Roślina / Plant	Model zwierzęcy / Animal model	Zakres badania / Study scope	Referencje/ References
rozmaryn / rosemary	myszy / mice	Układ odpornościowy / Immune system Profil lipidów / Lipid profile	[2]
	szczury / rats	Prewencja osteoporozy / Osteoporosis prevention	[21]
		Działanie neuroprotektoryjne i przeciwhiperalgiczne / Neuroprotective and antihyperalgesic effects	[77]
		Działanie przeciwutleniające i przeciwstarzeniowe / Antioxidant and antiaging effects	[74]
	króliki / rabbits	Układ odpornościowy / Immune system	[22]
Wzrost / Growth		[6]	
kurkuma / turmeric	mysz / mice	Układ odpornościowy / Immune system Układ nerwowy / Nervous system	[56]
	szczury / rats	Układ odpornościowy / Immune system Przyrost masy ciała / Body weight gain	[16]
		króliki / rabbits	Układ odpornościowy / Immune system Status antyoksydacyjny / Antioxidant status Stres cieplny / Heat stress
			Parametry hematologiczne / Hematological parameters

U myszy suplementowanych ekstraktem z rozmarynu (100 mg/kg) zaobserwowano obniżenie całkowitego cholesterolu w osoczu, lipoprotein o niskiej gęstości (ang. *low density lipoprotein*, LDL) i trójglicerydów, a także wzrost lipoprotein o wysokiej gęstości (ang. *high density lipoprotein*, HDL) w porównaniu z myszami karmionymi dietą wysokocholesterolową [2]. Z kolei, u myszy karmionych ekstraktem z rozmarynu w dawkach 10, 50 i 100 mg/kg stwierdzono wzrost IgG (immunoglobuliny G). Tymczasem nie zaobserwowano różnic w odpowiedziach IgM i IgG pomiędzy dawką 50 i 100 mg/kg. Co więcej, stymulowana konkanawaliną A proliferacja komórek śledziony u myszy karmionych 100 mg ekstraktu z rozmarynu była wyższa niż w przypadku komórek u zwierząt kontrolnych. Z kolei u królików suplementowanych olejkami eterycznymi z rozmarynu stwierdzono niższy profil lipidowy i wyższe stężenie IgA niż u królików kontrolnych [22].

Jedną z chorób cywilizacyjnych jest osteoporoza, której powstawanie ma ścisły związek z niedoborem wapnia w diecie. Badanie przeprowadzone na szczurach wykazało, że tymianek i rozmaryn skutecznie łagodziły utratę tkanki kostnej, wywołaną niedoborem wapnia, a co za tym idzie, mogą one być uważane za obiecujących kandydatów do zapobiegania resorpcji kości i osteoporozie. Przy czym proszek tymiankowy wykazał skuteczniejszy wpływ niż rozmaryn [21]. U szczurów, którym podawano ekstrakt zawierający 40 % kwasu karnozowego w dawce 100 mg/kg, zaobserwowano zmniejszenie objawów zaburzeń pamięci przestrzennej [79]. Na podstawie obserwacji przeprowadzonych na szczurach suplementowanych ekstraktem rozmarynu (0,2 % lub 0,002 %) stwierdzono, że roślina zmniejszyła poziom stresu oksydacyjnego. Otóż aktywność katalazy w sercu i korze mózgowej była obniżona w grupach suplementowanych. Szczury leczone rozmarynem miały niższy poziom syntazy tlenu azotu w sercu i reaktywnych form tlenu (ROS) w hipokampie niż szczury kontrolne [74].

Korzystny wpływ kurkumy na układ odpornościowy stwierdzono zarówno u myszy, jak i szczurów i królików [16, 23, 56]. U myszy w stanie eksperymentalnego alkoholizmu stwierdzono, że stosowanie ekstraktu z kurkumy podczas obciążenia organizmu roztworem etanolu prowadzi do stymulacji zachowania i wzrostu odpowiedzi immunologicznej komórek do poziomu charakterystycznego dla zdrowych zwierząt w odpowiednim wieku. Wyniki wskazują na ochronny wpływ kurkumy na szereg parametrów czynności funkcjonalnej układu nerwowego i odpornościowego podczas przewlekłego zatrucia etanolem [56]. U szczurów narażonych na ekspozycję na 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioksynę (TCDD), która powoduje niekorzystne skutki dla układu odpornościowego, stwierdzono, że kurkumina zwiększa poziomy IgG i IgM u osobników suplementowanych kurkumą [16].

Cechy produkcyjne i parametry żwacza

Małe przeżuwacze są cennymi zwierzętami modelowymi, które ze względu na odpowiednią wielkość, krótki okres ciąży i obfite wydzielanie mleka wykorzystuje się w badaniach rolniczych, farmaceutycznych i biomedycznych [39]. Wobec powyższego analiza wpływu kurkumy i rozmarynu na organizmy małych przeżuwaczy może dostarczyć rzetelnych podstaw do przeprowadzenia badań klinicznych w kierunku zapobiegania i/lub leczenia chorób, których patofizjologia jest znana.

W celu poprawy cech produkcyjnych (wydajności i zawartości składników mleka, użytkowości tucznej i jakości mięsa) oraz parametrów żwacza przeprowadzono kilka badań dotyczących wpływu dziennej suplementacji ekstraktu rozmarynu i/lub kurkumy u owiec i kóz (tabele 2 ÷ 4).

Optymalny system utrzymywania zwierząt o mlecznym kierunku użytkowania, w tym małych przeżuwaczy, pozwala zachować ich wysoką produktywność. Odpowiednie żywienie wpływa na ilość pobieranej suchej masy, zachowanie stabilnego pH żwacza, prawidłowe trawienie. W konsekwencji zmniejsza się ryzyko wystąpienia kwasicy i innych zaburzeń trawiennych, dzięki czemu poprawiają się wskaźniki wydajności i jakości mleka [89]. Z tego względu ważne jest, aby wprowadzając suplement diety przeanalizować jego wpływ na parametry żwacza. Wiadomo, że suplementacja olejkami eterycznymi z rozmarynu w dawce 250 mg, 500 mg i 750 mg na dzień na zwierzę nie powoduje zmian m.in. w dziennym pobraniu suchej masy, pH oraz zawartości kwasu octowego i kwasu propionowego w żwaczu jagniąt [12]. Koncentrat z liści rozmarynu podawany ze słomą ryżową nasączoną mocznikiem w ilości 1 % masy jagniąt, obniża natomiast zawartość amoniaku, octanu i propionianu w żwaczu, nie powodując zmian jego pH [67].

Olejek rozmarynowy w dawce 500 mg na kg suchej masy pobranej w ciągu dnia przez owcę obniża stopień wykorzystania paszy, co prawdopodobnie spowodowane jest zbyt wysoką dawką suplementu. Dodatkowo olejek rozmarynowy, w dawce 250 mg na kg suchej masy przyjętej w ciągu dnia przez owcę podwyższa pH żwacza. Wpływ suplementacji olejku rozmarynowego bez względu na badaną dawkę podwyższał zawartość molową kwasu propionowego bez zahamowania fermentacji w żwaczu [30]. Z powyższych informacji można wnioskować, że suplementacja rozmarynem nie zakłóca procesów zachodzących w żwaczu, a przy odpowiedniej dawce może na nie korzystnie wpływać. Jednakże, suplementacja kurkumą, bez względu na dawkę, nie powoduje zmian w pH żwacza, ale w zależności od stężenia może zwiększać lub zmniejszać zawartość amoniaku [91].

Tabela 2. Wpływ suplementacji rozmarynem i/lub kurkumą na spożycie paszy oraz parametry żwacza małych przeżuwaczy

Table 2. The effect of rosemary and/or turmeric supplementation on feed intake and rumen parameters of small ruminants

Roślina / Plant	Zwierzęta / Animals	Dawka / Dose	Wpływ na parametry / Effect on parameters	Brak wpływu / No effect	Referencje / References	
Rozmaryn / Rosemary	Owce / Sheep	250 mg/kg codiennę pobranie suchej masy na owcę 250 mg/kg daily dry matter intake/sheep	↑ pH żwacza / rumen pH zawartość w żwaczu/rumen content: ↓ kwasu propionowego / propionic acid kwasu masłowego/ butyric acid	- procentowa zawartość kwasu octowego / percentage of acetic acid - zawartość NH ₃ i lotnych kwasów tłuszczowych / NH ₃ and volatile fatty acid content - stosunek kwasu octowego do kwasu propionowego / acetic acid to propionic acid ratio - gęstość bakterii metanogennych / methanogenic bacteria density	[30]	
		500 mg/kg codiennę pobranie suchej masy na owcę 500 mg/kg daily dry matter intake/sheep	↑ zawartość w żwaczu / rumen content: ↓ kwasu propionowego / propionic acid kwasu masłowego / butyric acid	- pH żwacza / rumen pH - zawartość NH ₃ i lotnych kwasów tłuszczowych / NH ₃ and volatile fatty acid content - procentowa zawartość kwasu octowego / percentage of acetic acid - stosunek kwasu octowego do kwasu propionowego/ acetic acid to propionic acid ratio		
		Jagnięta / Lambs	250 mg olejku eterycznego z rozmarynu na dzień na jagnię 250 mg rosemary essential oil /day/ per lamb	brak/absence	- dzienne spożycie paszy, dzienną suchą masę pobierania paszy, współczynnik konwersji paszy / daily feed intake, daily dry matter of feed intake, feed conversion ratio - pH żwacza i kału/ rumen and feces pH - zawartość NH ₃ N/ NH ₃ N content - zawartość kwasu octowego, kwasu propionowego, kwasu masłowego, stosunku kwasu octowego do kwasu propionowego, lotnych kwasów tłuszczowych / the content of acetic acid, propionic acid, butyric acid, acetic acid to propionic acid ratio, volatile fatty acids	[12]
			500 mg olejku eterycznego z rozmarynu na dzień na jagnię 500 mg rosemary essential oil /day/ per lamb			
		750 mg olejku eterycznego z rozmarynu na dzień na zwierzę/jagnię 750 mg rosemary essential oil /day/ per lamb		- obecność badanych pierwotniaków w żwaczu i bakterii w kale/ the presence of tested protozoa in the rumen and bacteria in the feces	[67]	

		<p>koncentrat z liści rozmarynu podawany ze słomą ryżową nasączoną mocznikiem w ilości 1% wagi jagniąt</p> <p>rosemary leaf concentrate served with rice straw soaked in urea at 1% of the lamb's weight</p>	<p>↓</p> <p>↓</p> <p>↓</p>	<p>zawartość w żwaczu/ content in the rumen:</p> <p>amoniaku / ammonia octanu / acetate propionianu / propionate</p>	<p>- pH żwacza/rumen pH</p> <p>-zawartość lotnych kwasów tłuszczowych, maślanu / volatile fatty acid content, butyrate</p> <p>- zawartość bakterii, pierwotniaków, grzybów / bacteria, protozoa, fungi content</p>	
Kurkuma/Turmeric		0,025 % kurkumy	↑	zawartość w żwaczu/ content in the rumen:	- pH żwacza / rumen pH	[91]
		0.025% turmeric		amoniaku/ ammonia		
		0,075 % kurkumy	↓	zawartość w żwaczu/ content in the rumen:		
		0.075% turmeric		amoniaku / ammonia		
		0,05 % kurkumy		brak / absence	- pH żwacza / rumen pH	
	0.05% turmeric			- zawartość amoniaku w żwaczu / ammonia content in the rumen		
	0,1 % kurkumy					
	0.1% turmeric					

Objaśnienia / Explanatory notes:

↑ - zwiększenie/wydłużenie; ↓ - zmniejszenie/skrócenie; Informacje zawarte w tabeli odnoszą się do grupy kontrolnej, która nie była suplementowana rozmarynem i/lub kurkumą

↑ - increase/extension; ↓ - decrease/shortening; The information in the table refers to the control group, which was not supplemented with rosemary and/or turmeric

Co więcej, obecne w rozmarynie związki fenolowe są odporne na fermentację w żwaczu i prawdopodobnie usprawniają procesy fermentacyjne w nim zachodzące. W konsekwencji zwiększają one dostępność białek w trawieńcu oraz utrzymują równowagę mikroflory jelitowej. Te właściwości zapewniają polepszenie metabolizmu małych przeżuwaczy, a tym samym zwiększają wydajność mleka i jego składników (tabela 3) [14, 15]. Ze względu na łatwość pozyskiwania liści rozmarynu może on nie tylko stanowić ważny element poprawiający wydajność, ale jego stosowanie może być także zgodne z zasadami żywienia ekologicznego [15, 87].

Wpływ suplementacji rozmarynu i/lub kurkumy na wydajność mleka i jego składników został przedstawiony w tabeli 3.

Suplementacja kurkumą powoduje zwiększenie produkcji siary u owiec, przy jednoczesnym braku wpływu na procentową zawartość tłuszczu, laktozy, białka, suchej masy beztłuszczowej (ang. solid not fat, SNF) i suchej masy (ang. total solid, TS) [3]. Również w późniejszym okresie laktacji obserwuje się wzrost wydajności mleka i obniżenie KSM. Kurkuma wpływa na zawartość kwasów tłuszczowych, powodując m.in. wzrost zawartości kwasu oleinowego i zmniejszenie kwasu palmitynowego [35]. Kwas oleinowy należy do jednonienasyconych kwasów tłuszczowych [71], powodujących m.in. blokowanie wchłaniania cholesterolu z pokarmu, zmniejszanie lepkości krwi oraz obniżanie poziomu frakcji lipoprotein o małej gęstości (ang. low density lipoprotein, LDL) i ciśnienia krwi. Z tego względu przypisuje mu się prozdrowotne działanie na układ sercowo-naczyniowy [58]. Z kolei kwas palmitynowy jest jednym z najczęściej występujących nasyconych kwasów tłuszczowych m.in. w mleku krowim [23] i kobiecym [57]. W trójglicerydach (TAG) przyjmuje on specyficzne ułożenie tj. pozycję sn-2, która powoduje, że przechodzi on do jelita grubego w postaci 2-mono-palmitynianu i wykazuje inny metabolizm niż w przypadku kwasów w pozycjach sn-1 i sn-3. Konsekwencją tego jest utrudniona homogenizacja i rozpuszczanie kwasu palmitynowego. W wyniku tego powstają palmityniany magnezu oraz wapnia, co może prowadzić do demineralizacji układu kostnego niemowlęcia. Jednakże korzystna rola kwasu palmitynowego została stwierdzona w rozwoju flory bakteryjnej oraz zachowań behawioralnych dziecka [45,46]. U osób starszych wykazuje on natomiast niekorzystny wpływ na układ sercowo-naczyniowy [88]. W związku z powyższym podejmuje się próby zwiększania zawartości kwasu oleinowego i zmniejszanie kwasu palmitynowego, a suplementacja kurkumą jest obiecującym kandydatem do wykorzystywania w tym celu.

Tabela 3. Wpływ suplementacji rozmarynem i/lub kurkumą na wydajność i cechy mleka oraz sera małych przeżuwaczy

Table 3. The effect of rosemary and/or turmeric supplementation on the performance and characteristics of milk and cheese from small ruminants

Roślina / Plant	Zwierzęta / Animals	Dawka / Dose	Wpływ na parametry / Effect on parameters	Brak wpływu / No effect	Referencje/ References	
Rozmaryn / Rosemary	Owce / Sheep	600 mg ekstraktu na dzień na owcę 600 mg extract/day/sheep	↓ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↓ ↓	pH mleka / pH of milk zawartość w mleku: tłuszczu (% oraz g/dzień) / content in milk: fat (% and g/day) laktozy (%) / lactose (%) TS/TS miareczkowa kwasowość mleka (°SH/100 mL) / titratable acidity of milk (°SH/100 mL) czas krzepnięcia mleka / milk clotting time twardość twarogu (a ₃₀) / curd hardness (a ₃₀)	- wydajność mleka/milk yield - procentowa zawartość białka, kazeiny/ percentage of protein, casein - zawartość białka (g), kazeiny (g), laktozy (g), SNF, KSM/ protein content (g), casein (g), lactose (g), SNF, SCC - czas twardnienia twarogu – k ₂₀ /- curd hardening time – k ₂₀	[14, 15]
		1 200 mg ekstraktu na dzień na owcę 1,200 mg extract/day/sheep	↑ ↓ ↑ ↑ ↑ ↑ ↓ ↓	wydajność mleka / milk yield pH mleka / milk pH zawartość w mleku / milk content: białka (%)/protein (%) kazeiny (g/dzień) / casein (g/day) laktozy (g/dzień oraz %) / lactose (g/day and %) tłuszczu (g/dzień) / fat (g/day) miareczkowa kwasowość mleka (°SH/100 mL) / titratable milk acidity (°SH/100 mL) czas krzepnięcia mleka / milk clotting time twardość twarogu (a ₃₀) / curd hardness (a ₃₀)	- procentowa zawartość kazeiny, tłuszczu, laktozy/ percentage of casein, fat, lactose - zawartość białka (g), tłuszczu (g), laktozy (g), SNF,TS, KSM/ protein (g), fat (g), lactose (g), SNF, TS, SCC - czas twardnienia twarogu – k ₂₀ / curd hardening time – k ₂₀	
		10-procentowy destylowany <i>Rosmarinus officinalis</i> spp. 10% distilled <i>Rosma-</i>	↓ ↑ ↑	zawartość w mleku / milk content: kwasów tłuszczowych C14 / C14 fatty acids kwasów tłuszczowych C18:2 / C18 fatty acids:2 PUFA/PUFA	- procentowa zawartość TS, tłuszczu, białka, laktozy w mleku / percentage of TS, fat, protein, lactose in milk - zawartość kwasów tłuszczowych: C6, C7, C8, C10, C12, C16, C17, C18, C16:1, C18:1,	[10]

		<i>rinus officinalis spp.</i>			<p>C18:3, SFA, MUFA w mleku/ fatty acid content: C6, C7, C8, C10, C12, C16, C17, C18, C16:1, C18:1, C18:3, SFA, MUFA in milk</p> <p>- zawartość KSM w mleku / SCC content in milk</p> <p>- czas krzepnięcia mleka/ milk clotting time</p> <p>- punkt krioskopowy/ cryoscopic point</p>	
		<p>20-procentowy destylowany <i>Rosmarinus officinalis spp.</i></p> <p>20% distilled <i>Rosmarinus officinalis spp.</i></p>	<p>↓</p> <p>↓</p> <p>↓</p> <p>↑</p> <p>↑</p> <p>↑</p> <p>↓</p>	<p>zawartość w mleku/ milk content: TS/TS</p> <p>laktozy [%]/lactose [%]</p> <p>kwasów tłuszczowych C10/ fatty acids C10</p> <p>kwasów tłuszczowych C14/ fatty acids C14</p> <p>kwasów tłuszczowych C17/ fatty acids C17</p> <p>kwasów tłuszczowych C18:2/ fatty acids C18:2</p> <p>PUFA/PUFA</p> <p>punkt krioskopowy w mleku/cryoscopic point in milk</p>	<p>- procentowa zawartość tłuszczu i białka w mleku/percentage of fat and protein in milk</p> <p>- zawartość KSM w mleku / SCC content in milk</p> <p>- zawartość kwasów tłuszczowych: C6, C7, C8, C12, C16, C18, C16:1, C18:1, C18:3, SFA, MUFA w mleku / fatty acid content: C6, C7, C8, C12, C16, C18, C16:1, C18:1, C18:3, SFA, MUFA in milk</p> <p>- czas krzepnięcia mleka / milk clotting time</p>	
	Kozy/ Goats	<p>0,6 g olejku eterycznego z rozmarynu /kg masy ciała kozy karmiącej</p> <p>0.6 g of rosemary essential oil/kg of body weight of a lactating goat</p> <p>60 g liści rozmarynu /kg masy ciała kozy karmiącej – dawka została obliczona na podstawie zawartości</p>	<p>↑</p> <p>↑</p> <p>↑</p>	<p>dzienna wydajności mleka</p> <p>wydajność/ daily milk yield</p> <p>dzienna wydajności</p> <p>wydajność / daily yield of:</p> <p>tłuszczu (g/dzień) / fat (g/day)</p> <p>białka (g/dzień) / protein (g/day)</p>	<p>- zawartość tłuszczu i białka (g/l) w mleku/fat and protein content (g/l) in milk</p>	[87]

		olejku w użytym materiale roślinnym, co stanowi 0,6 g olejku eterycznego / 60 g of rosemary leaves/1 kg of body weight of lactating goat – the dose was calculated based on the oil content in the plant material used, which is 0.6 g of essential oil				
Kurkuma / Turmeric	Owce/ Sheep	5 g/dzień sproszkowanej kurkumy na zwierzę 5 g/day of turmeric powder/per animal	↑ ↑ ↑	produkcja siary / colostrum production zawartość w mleku/ content in milk: białka [%] / protein [%] SNF [%] / SNF [%]	- procentowa zawartość: tłuszczu, laktozy, białka, SNF i TS w siarce / percentage of: fat, lactose, protein, SNF and TS in colostrum - procentowa zawartość tłuszczu i laktozy w mleku/ percentage of fat and lactose in milk	[3]
		10 g/dzień sproszkowanej kurkumy na zwierzę 10 g/day of turmeric powder/per animal		brak/absence	-produkcja siary / colostrum production - procentowa zawartość tłuszczu, laktozy, białka, SNF i TS w siarce / percentage of fat, lactose, protein, SNF and TS in colostrum - procentowa zawartość tłuszczu, laktozy, białka i SNF w mleku / percentage of fat, lactose, protein and SNF in milk	
		80 mg suchego ekstraktu z kurkumy /zwierzę/dzień 80 mg of dry turmeric extract/animal/day	↑ ↓ ↓ ↓ ↓ ↑ ↑ ↓	wydajność mleka w okresie od początku eksperymentu do 10 dnia / milk yield from the beginning of the experiment to the 10th day zawartość w mleku/content in milk: KSM w 10. dniu / SCC on the 10th day tłuszczu w 15 dniu / fat on the 15th day KSM w 15. dniu / SCC on the 15th day AOPP w 10. i 15. dniu / AOPP on the 10th and 15 th days FRAP w 15. dniu / FRAP on the 15th day MUFA w 15. dniu / MUFA on the 15th day kwasu palmitynowego – C16:0 (należący do SFA) / palmitic acid content – C16:0 (belonging to SFA)	- wydajność mleka w okresie od początku eksperymentu do 15 dnia / milk yield from the beginning of the experiment to the 15 th day - zawartość tłuszczu, SCC i FRAP w mleku w 10 dniu eksperymentu / fat, SCC and FRAP content in milk on the 10th day of the experiment - zawartość białka, laktozy, TDE, DDE w mleku / protein, lactose, TDE, DDE content in milk - całkowita zawartość SFA i PUFA w mleku/total SFA and PUFA content in milk - zawartość SFA tj: C6:0, C8:0, C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C17:0,	[35]

			↓	kwasy oleinowe – C18:1n9c (należący do MUFA) / oleic acid content – C18:1n9c (belonging to MUFA)	C18:0, C19:0, C20:0, C22:0 w mleku / SFA content, i.e.: C6:0, C8:0, C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C17:0, C18:0, C19:0, C20:0, C22:0 in milk - zawartość MUFA tj.: C14:1, C15:1, C16:1, C17:1, C20:1 w mleku/ MUFA content, i.e.: C14:1, C15:1, C16:1, C17:1, C20:1 in milk -zawartość PUFA tj.: C18:2n6c, C18:3n6, C18:3n3, C20:2, C20:4n6, C22:2 w mleku / content, i.e.: C18:2n6c, C18:3n6, C18:3n3, C20:2, C20:4n6, C22:2 in milk	
Rozmaryn i kurkuma / Rosemary and turmeric	Kozy / Goats	0.7 g mieszanki ziołowej na dzień na kozę 0.7 g herbal mixture/day/goat		brak/absene	- wydajność mleka/milk yield - gęstość mleka/ milk density - log KSM/ log SCC - procentowa zawartość tłuszczu, białka, kazeiny, laktozy, TS, SNF/ percentage of fat, protein, casein, lactose, TS, SNF - zawartość mocznika i kwasu cytrynowego/urea and citric acid content - FPD, kwasowość, FFA/FPD, acidity, FFA	[109]

Objaśnienia / Explanatory notes:

↑ – zwiększenie/wydłużenie; ↓ - zmniejszenie/skrócenie; Informacje zawarte w tabeli odnoszą się do grupy kontrolnej, która nie była suplementowana rozmarynem i/lub kurkumą.

↑ – increase/extension; ↓ - decrease/shortening; The information in the table refers to the control group, which was not supplemented with rosemary and/or turmeric.

TS – sucha masa/total solids; SNF – sucha masa beztuszczowa/solids-not-fat); PUFA – wielonienasycone kwasy tłuszczowe/polyunsaturated fatty acids; MUFA – jednonienasycone kwasy tłuszczowe/monounsaturated fatty acids, KSM – komórki somatyczne mleka/somatic cells count, SCC); AOPP – zaawansowane produkty utleniania białek/advanced oxidation protein products; FRAP – zdolność plazmy do redukcji jonów żelaza/ferric reducing ability of plasma; TDE – całkowity suchy ekstrakt/total dry extract; DDE – odłuszczonego suchy ekstrakt/defatted dry extract; FFA – wolne kwasy tłuszczowe/free fatty acids; FPD – punkt zamarzania mleka/freezing point depression)

Interesujący jest fakt, że przy zbyt wysokiej dawce kurkumy obserwuje się mniej korzyści z jej zastosowania lub wręcz ich brak podczas produkcji mleka. Suplementacja kurkumą w dawce 10 g na zwierzę na dzień nie powoduje zmian w wydajności mleka i jego składników, zaś połowę mniejsza dawka (5g/dzień/zwierzę) powoduje wzrost zawartości białka, przy jednoczesnym braku wpływu na zawartość tłuszczu w mleku. Z kolei najmniejsza z analizowanych dawek (80 mg) nie wpłynęła na zawartość białka, a zmniejszyła zawartość tłuszczu [35]. Zatem kurkuma może korzystnie wpływać na skład owczego mleka czyniąc je lepszym jakościowo, jednak należy podkreślić jak ważne jest nieprzekraczanie korzystnej dawki i dobranie optymalnej suplementacji, aby uzyskać oczekiwany wpływ na laktację.

Podobnie wzbogacenie diety o odpowiednio dobraną dawkę rozmarynu, powoduje zwiększenie dziennej wydajności mleka oraz zawartości jego składników [14, 15, 87]. U owiec, suplementacja ekstraktem z rozmarynu w dawce 600 mg ekstraktu na dzień na owcę zmniejsza zawartość i wydajność tłuszczu i zawartość TS (%) oraz zwiększa procentową zawartość laktozy. Z kolei dwa razy większa dawka powoduje zmniejszenie procentowej zawartości białka, zaś zwiększa wydajność kazeiny, laktozy i tłuszczu (g/dzień). Co więcej, u owiec suplementowanych ekstraktem z rozmarynu w dawce 1200 mg/dzień, odnotowano większą wydajność mleka [14, 15]. Zwiększenie wydajności mleka oraz wzrost zawartości tłuszczu i białka stwierdzono u kóz, którym podawano 0,6 g olejku eterycznego z rozmarynu. Podobne rezultaty uzyskano podając go zarówno w czystej postaci (olejek eteryczny) jak i suplementując liście rozmarynu (w podawanej dawce zawartość olejku eterycznego była równoważna z ilością podawanego olejku eterycznego) [87]. Z kolei Boutoial i wsp. [10] nie stwierdzili wpływu rozmarynu na procentową zawartość suchej masy, tłuszczu i białka. Również suplementacja kóz mlecznych mieszanką zawierającą suchy ekstrakt z kurkumy i rozmarynu w dawce 0,7 g mieszanki ziołowej na dzień na kozę nie spowodowała zmian w wydajności mleka i jego składników [109]. Na podstawie powyższych danych można przypuszczać, że na kierunek zmian będzie miała wpływ zarówno dawka poszczególnych roślin (ten sam suplement w różnej dawce może wywoływać odmienny efekt), jak i proporcje roślin w mieszance.

Do tej pory stwierdzono, że kurkuma wpływa na zmniejszenie zawartości tłuszczu w mleku owczym [35]. Wpływ suplementacji rozmarynem na zawartość kwasów tłuszczowych pozostaje niejasny. Dotychczas stwierdzono, że 600 mg ekstraktu na dzień na zwierzę zmniejsza procentową zawartość kwasów tłuszczowych w mleku owczym. Z drugiej strony dwa razy wyższa dawka tego ekstraktu (1200 mg ekstraktu na dzień na zwierzę) powoduje wzrost zawartości tłuszczu w mleku owczym [14, 15]. Również Smeti i wsp. [87] stwierdzili wzrost zawartości tłuszczu w kozim mleku pod wpływem suplementacji 0,6 ml rozmarynowego olejku eterycznego /dzień /na zwierzę lub 60 g liści rozmarynu. Z kolei Boutoial i wsp. [14] odnotowali zmniejszenie zawar-

tości takich kwasów tłuszczowych jak: kaprynowy (C10) i mirystynowy (C14), a zwiększenie zawartości kwasu heptadekanowego (C17), kwasu linolowego (C18:2) i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (polyunsaturated fatty acids, PUFA), zarówno u zwierząt suplementowanych 10- jak i 20-procentowym destylowanym rozmarynem. Kwas mirystynowy zwiększa ryzyko chorób układu krążenia u dorosłych ludzi, w związku z czym pożądane jest obniżanie jego zawartości w tłuszczu mleka [58]. Kwas kaprynowy, pomimo że jest metabolizowany w celu dostarczenia energii organizmowi, nie akumuluje się w tkance tłuszczowej. Z tego względu wykorzystywany jest w żywieniu wcześniaków i noworodków [61]. Co więcej, wykazuje on działanie bakteriobójcze m.in. w stosunku do *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* oraz *Listeria monocytogenes* [80], a także determinuje walory sensoryczne, organoleptyczne oraz terapeutyczne [71]. Właściwości prozdrowotne kwasu kapronowego stwierdzono w przypadku schorzeń metabolicznych (m.in. tłuszczowej biegunki oraz zespołu złego wchłaniania), niedokrwistości, demineralizacji kości oraz w mukowiscydozie. Również C18:2, który uważany jest za najważniejszy kwas omega-6 wykazuje lecznicze działanie. Przyczynia się on do zmniejszenia objawów demencji oraz wykorzystywany jest w leczeniu zapalenia skóry oraz reumatoidalnego zapalenia stawów [61].

U owiec, bez względu na dawkę rozmarynu, stwierdzono obniżenie pH i twardości twarogu (a_{30}), zwiększenie miareczkowej kwasowości mleka i skrócenie czasu krzepnięcia mleka [14, 15]. Z kolei na podstawie porównania wpływu 10- i 20-procentowego destylowanego rozmarynu stwierdzono, że dodanie go w większym stężeniu do diety może powodować redukcję zawartości laktozy w mleku, a w konsekwencji obniżać zawartość suchej masy. Dodatkowo suplementacja 20-procentowym destylowanym rozmarynem skraca czas krzepnięcia mleka oraz zwiększa procentową zawartość białka w serze. W związku z powyższym autorzy tego badania sugerują, że mleko pochodzące od zwierząt suplementowanych rozmarynem można uznać za zdrowsze i bardziej przydatne technologicznie w przemyśle serowarskim [10, 14].

W literaturze dostępne są również informacje dotyczące wpływu suplementacji rozmarynem i kurkumą na cechy produkcyjne mięsa małych przeżuwaczy (tabela 4). Dane dotyczące wpływu tych roślin na dzienny przyrost masy ciała i wagę końcową są różne. Otóż Cetin i wsp. [12] oraz Güney i wsp. [30] wykazali, że suplementacja kurkumą i rozmarynem nie wpływa na dzienny przyrost masy ciała i wagę końcową owiec. Z kolei Odhaib i wsp. [67] odnotowali zwiększenie masy końcowej oraz całkowitego i dziennego przyrostu masy ciała w wyniku podaży koncentratu rozmarynu podawanego ze słomą ryżową nasączoną mocznikiem w dawce 1 % masy jagniąt. Również Marcon i wsp. [55] stwierdzili stymulujący wpływ kurkumy na dzienny przyrost masy owiec przy dawce 2 mg/kg koncentratu na zwierzę, przy czym nie stwierdzili różnic w masie ciała i dziennym przyroście masy ciała przy zastosowaniu wszystkich badanych dawek, tj. 1mg, 2 mg i 4 mg na kg koncentratu na zwierzę. U kóz mlecznych

suplementacja 0,6 g olejku eterycznego z rozmarynu oraz 60 g liści rozmarynu (zawartość 0,6 g olejku eterycznego) na kg masy ciała kozy karmiącej spowodowała wzrost masy ciała ich kozłat w 30. dniu suplementacji oraz zwiększyła dzienny przyrost masy ciała kozłat w początkowym okresie suplementacji (0 ÷ 30 dnia) [87].

Również suplementacja kurkumą (w dawkach 2 g i 5 g/kg podstawowej paszy) zwiększa wzrost masy końcowej, całkowity przyrost masy ciała w okresie prowadzenia doświadczenia oraz dzienny przyrost masy ciała [66]. Z drugiej strony, w innych badaniach uzyskano wyniki wskazujące, iż zastosowanie mieszanki zawierającej kurkumę i rozmaryn nie wpływa na dzienny przyrost masy ciała, ale zwiększa masę żywą po zakończeniu suplementacji [99]. Co więcej, Urbańska i wsp. [99] wykazali, że zwiększa ona wydajność rzeźną oraz masę tuszy zimnej, co ma istotne znaczenie dla przemysłu mięsnego. Biorąc pod uwagę powyższe badania zaleca się stosowanie mieszanki rozmarynu i kurkumy jako naturalnej alternatywy poprawiającej wydajność rzeźną, jednak należy zwrócić uwagę na stosunek rozmarynu do kurkumy oraz określenie optymalnej dawki, która będzie korzystnie wpływała na przyrosty masy ciała.

Dieta zwierząt gospodarskich uzupełniona naturalnymi przeciwutleniaczami zapewnia konsumentowi potencjalne korzyści zdrowotne, a także może poprawiać skład kwasów tłuszczowych, walory odżywcze i smakowe oraz wydłużać okres przydatności mięsa [65]. Modulacja zawartości kwasów tłuszczowych w mięsie jest jednym z ważniejszych aspektów wpływających na zwiększanie spożycia przez ludzi zdrowych kwasów tłuszczowych, w tym PUFA [54]. Smeti i wsp. [87] wykazali, że dodanie rozmarynu w postaci olejku eterycznego w dawce 0,3 ml i 0,6 ml na dzień do diety owiec, poprawia walory sensoryczne (smak, akceptowalność) jagnięciny oraz wpływa na zawartość kwasów tłuszczowych, przy czym większy wpływ na zmiany zaobserwowano w stosunku do większej dawki zastosowanego olejku. Co więcej, w zależności od dawki rozmarynowego olejku eterycznego uzyskano odmienne efekty dla stosunku n-6/n-3. Mniejsza dawka wpływała korzystnie i powodowała zmniejszenie ich stosunku, zaś większa wykazywała odwrotny efekt. Pomimo tego suplementacja olejkami eterycznymi w dawce 0,6 ml na dzień na zwierzę, nie przekraczała sugerowanego stosunku n-6/n-3 przez ludzi; maksymalny stosunek nie powinien przekraczać wartości 4 [107]. Marcon i wsp. [54] u owiec suplementowanych kurkumina, odnotowali zmniejszenie zawartości tłuszczu całkowitego w jagnięcinie. Z kolei większa dawka kurkuminy spowodowała zwiększenie zawartości PUFA i zmniejszenie SFA w mięsie, czyniąc je zdrowszym dla ludzi. Co więcej, suplementacja mieszanką suszonych ekstraktów *C. longa* i *R. officinalis* nie wpływa ujemnie na metabolizm lipidów (brak różnic w ekspresji DGAT1, SCD, LPL, ACACA i SREBF1 w wątrobie koziołków) [99].

Tabela 4. Wpływ suplementacji rozmarynem i/lub kurkumą na cechy tuczne małych przeżuwaczy
 Table 4. The effect of rosemary and/or turmeric supplementation on fattening characteristics of small ruminants

Roślina / Plant	Zwierzęta / Animals	Dawka / Dose	Wpływ na parametry / Effect on parameters	Brak wpływu / No effect	Referencje / References
Rozmaryn/Rosemary	Owce/ Sheep	250 mg/kg dzienne pobranie suchej masy na owce 250 mg/kg daily dry matter intake/sheep	↑ zawartość kwasu tłuszczowego C17:0 / content of fatty acid C17:0	- pobór paszy, współczynnik konwersji paszy, pobór suchej masy / feed intake, feed conversion ratio, dry matter intake - masa odsadzeniowa i końcowa, średni dzienny przyrost masy ciała, żywa masa owiec / weaning and final weight, average daily body weight gain, live weight of sheep -masa ubojowa, tusza zimna i ciepła, wypływ osocza z mięsa w czasie przechowywania, strata chłodnicza, powierzchnia MLD, wskaźniki zimnej tuszy, pH (po 45 min, 24h, 72h), pojemność wody, straty podczas gotowania, siłę ścinającą Wanera-Bratzlera, zawartość składników odżywczych i cechy sensoryczne / slaughter weight, cold and warm carcass, plasma flow from meat during storage, cooling loss, MLD surface, cold carcass indicators, pH (after 45 min, 24h, 72h), water capacity, cooking losses, Waner-Bratzler shear force, nutrient content and sensory characteristics - wartości parametrów: L*, a*, C*, h* / parameter values: L*, a*, C*, h* - zawartość większości kwasów tłuszczowych w tuszy (tj. C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C14:1, C15:0, C15:1, C16:0, C16:1, C17:1, C18:0, C18:1trans, C18:1cis, C18:2n-6t, C18:2n-6c, C18:3n-6(γ), C18:3n-3 (α (ALA), CLA, C20:0, C20:2, C22:0, C20:3n6, C20:4, C20:5n3 (EPA), SFA, MUFA, PUFA) w mięsie / content of most fatty acids in carcass (i.e. C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C14:1, C15:0, C15:1, C16:0, C16:1, C17:1, C18:0, C18:1trans, C18:1cis, C18:2n-6t, C18:2n-6c, C18:3n-6(γ), C18:3n-3 (α (ALA), CLA, C20:0, C20:2, C22:0, C20:3n6, C20:4, C20:5n3 (EPA), SFA, MUFA, PUFA) in meat - stosunek kwasów tłuszczowych (PUFA/SFA, n6/n3) w mięsie / fatty acid ratio (PUFA/SFA, n6/n3) in meat	[30]

		500 mg/kg dzienne pobranie suchej masy na owce 500 mg/kg daily dry matter intake/sheep	↓ ↓ ↓	Stopień pobierania paszy / feed intake level Wartość parametru b/ parameter b value zawartość kwasów tłuszczowych C16:1, CLA, C22:0 w mięsie/fatty acid content C16:1, CLA, C22:0 in meat	-masa odsadzeniowa, masa końcową, średni dzienny przyrost masy ciała, żywa masa, współczynnik konwersji paszy, pobór suchej masy / weaning weight, final weight, average daily body weight gain, live weight, feed conversion ratio, dry matter intake -masa poubojowa, tusza zimna i gorąca, wypływ osocza z mięsa w czasie przechowywania, strata chłodnicza, powierzchnia MLD, wskaźniki zimnej tuszy, pH (po 45 min, 24h, 72h), pojemność wody, straty podczas gotowania, siła cięcia oznaczana przy użyciu noża Wanera-Bratzlera, zawartość składników odżywczych i cechy sensoryczne / post-mortem weight, cold and hot carcass, plasma leakage from meat during storage, cooling loss, MLD surface, cold carcass indicators, pH (after 45 min, 24h, 72h), water capacity, cooking losses, shear force determined using a Waner-Bratzler knife, nutrient content and sensory characteristics - wartości parametrów: L*, a*, C*, h* / parameter values: L*, a*, C*, h* - zawartość większości kwasów tłuszczowych w tuszy (tj. C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C14:1, C15:0, C15:1, C16:0, C17:0, C17:1, C18:0, C18:1trans, C18:1cis, C18:2n-6t, C18:2n-6c, C18:3n-6(γ), C18:3n-3 (α(ALA), C20:0, C20:2, C20:3n6, C20:4, C20:5n3 (EPA), SFA, MUFA, PUFA) / content of most fatty acids in the carcass (i.e. C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C14:1, C15:0, C15:1, C16:0, C17:0, C17:1, C18:0, C18:1trans, C18:1cis, C18:2n-6t, C18:2n-6c, C18:3n-6(γ), C18:3n-3 (α(ALA), C20:0, C20:2, C20:3n6, C20:4, C20:5n3 (EPA), SFA, MUFA, PUFA) - stosunek kwasów tłuszczowych (PUFA/SFA, n6/n3) / fatty acid ratio (PUFA/SFA, n6/n3)	
Jagnięta ubijane po osiągnięciu masy 25 ± 2	ekstrakt z rozmarynu zawierający kwas karnozowy i karnozol w stosunku 2:1,	↓ ↓	TBARS w 7., 14. i 21. dniu przechowywania / TBARS on the 7th, 14th and 21st days of storage wartość kąta odcienia h* w 21. dniu	- wartość h* w 7. i 14. dniu przechowywania / h* value on the 7th and 14th day of storage - wartości L*, b*, C* oraz całkowita zawartość mikroorganizmów w 7., 14., 21. dniu przechowywania / L*, b*,	[83]	

kg Lambs are slaughtered after reaching a weight of 25 ± 2 kg	<p>dawka 600 mg na kg pobieranej paszy przez jagnięta*</p> <p>Rosemary extract containing carnosic acid and carnosol in a ratio of 2:1, dose of 600 mg per kg of feed consumed by lambs*</p>	<p>↑ przechowywania/ H* shade angle value on the 21st day of storage</p> <p>↑ wartość a* w 21. dniu przechowywania/a* value on the 21st day of storage</p> <p>↑ wartość określającej kolor chudego mięsa w 14. i 21. dniu przechowywania/ lean meat color value on the 14th and 21st day of storage</p> <p>↓ wartość określającej wysięk w 7. dniu przechowywania/ exudation value on the 7th day of storage</p> <p>↓ zjełczały zapach w 14. i 21. dniu przechowywania/ rancid odour on the 14th and 21st day of storage</p> <p>↓ zapach zgnilizny w 21. dniu przechowywania/rotten smell on the 21st day of storage</p>	<p>C* values and total microorganism content on the 7th, 14th, 21st day of storage</p> <p>- wartości a* i h* w 7. i 14. dniu przechowywania</p> <p>-zapach, kwaśny zapach i zapach pleśni/a* and h* values on the 7th and 14th day of storage</p> <p>- odor, sour odor and mold odor</p>
	<p>ekstrakt z rozmarynu zawierający kwas karnozowy i karnozol w stosunku 2:1, dawka 600 mg na kg pobieranej paszy przez jagnięta, których matki również były nim suplementowane/ rosemary extract containing carnosic acid and carnosol in a ratio of 2:1, dose 600 mg per kg of feed consumed by lambs whose mothers were also supplemented with it</p>	<p>↓ TBARS w 7., 14. i 21. dniu przechowywania/ TBARS on 7, 14 and 21 days of storage</p> <p>↓ wartość h* w 14. i 21. dniu przechowywania / h* value on 14 and 21 days of storage</p> <p>↓ całkowita zawartość mikroorganizmów w 21. dniu przechowywania / total microbial count on 21 days of storage</p> <p>↑ wartość C* w 14. dniu przechowywania/ C* value on 14 days of storage</p> <p>↑ wartości L* i b* w 21. dniu przechowywania / L* and b* values on 21 days of storage</p> <p>↑ wartość a* w 14. i 21. dniu przechowywania / a* value on 14 and 21 days of storage</p> <p>↑ wartość określająca kolor tłuszczu w 7., 14. i 21. dniu przechowywania / fat colour value on 7, 14 and 21 days of storage</p> <p>↑ wartość określająca kolor chudego mięsa w 7., 14. i 21. dniu przechowywania / lean meat colour value on 7, 14 and 21 days of storage</p> <p>↓ zjełczały zapach w 14. i 21. dniu przechowywania / rancid smell on 14 and 21. days</p>	<p>- wartości L*, b* oraz całkowita zawartość mikroorganizmów w 7. i 14. dniu przechowywania/L*, b* and total microbial counts on the 7th and 14th day of storage</p> <p>- wartości a* i h* w 7. dniu przechowywania/a* and h* values on the 7th day of storage</p> <p>- wartość C* w 7. i 21. dniu przechowywania/C* value on the 7th and 21st day of storage</p>

			<p>↓ of storage zapach zgnilizny w 21. dniu przechowywania / rotten smell on the 21st day of storage</p> <p>↑ ogólna jakość filetów w 14. i 21. dniu przechowywania/overall quality of fillets on the 14th and 21st day of storage</p>		
	<p>10-procentowy destylowany <i>Rosmarianus officinalis</i> spp. Czas suplementacji: 240 dni</p> <p>10% distilled <i>Rosmarinus officinalis</i> ssp. Supplementation time: 240 days</p>	<p>↓ całkowita liczba żywych organizmów w 7., 14. i 21. dniu przechowywania/ total number of live organisms on the 7th, 14th and 21st day of storage</p> <p>↓ całkowita liczba psychrotrofów w 21 dniu przechowywania / total number of psychrotrophs on the 21st of storage</p> <p>↑ wartość a* w 14. i 21. dniu przechowywania/a* value on the 14th and 21st day of storage</p> <p>↓ zmniejszenie wartości b* w 14. i 21. dniu przechowywania / reduction in b* value on the 14th and 21st day of storage</p> <p>↓ zjełczały zapach w 14. i 21. dniu przechowywania / rancid smell on the 14th and 21st day of storage</p> <p>↑ koloryt mięsa w 14. i 21. dniu przechowywania/ meat colour on the 14th and 21st day of storage</p> <p>↑ wartość określającej kolor tłuszczu w 7., 14. i 21. dniu przechowywania/fat colour value on the 7th, 14th and 21st day of storage</p>	<p>- całkowita liczba żywych organizmów w 0. dniu przechowywania / total number of living organisms on the 0th of storage</p> <p>- całkowita liczba psychrotrofów w 0., 7. i 14. dniu przechowywania. total number of psychrotrophs on the 0th, 7th and 14th day of storage</p> <p>- zawartość pleśni i drożdży przez cały okres przechowywania / content of molds and yeasts throughout the storage period</p> <p>- wartość określająca zjełczały zapach w 0. i 14. dniu przechowywania / value defining rancid smell on the 0th and 14th day of storage</p> <p>- koloryt mięsa w 0. i 14. dniu przechowywania / colour of meat on the 0th and 14th day of storage</p> <p>- wartość określająca kolor tłuszczu w 0. dniu przechowywania / value defining fat colour on the 0th day of storage</p> <p>- pH jagnięciny przez cały okres przechowywania / pH of lamb throughout the storage period</p> <p>- parametry barwy L*przez cały okres przechowywania/color parameters L* throughout the storage period</p> <p>- parametry barwy jagnięciny a*i b*w 0. i 7. dniu przechowywania / color parameters of lamb a* and b* on the 0th and 7th day of storage</p> <p>- zapach określany jako, zgniły, kwaśny przez cały okres przechowywania / smell defined as rotten, sour throughout the storage period</p>		[64]
	<p>20-procentowy destylowany <i>Rosmarianus officinalis</i> spp. Czas suplementacji: 240 dni</p>	<p>↓ całkowita liczba żywych organizmów w 7., 14. i 21. dniu przechowywania / total number of live organisms on the 7th, 14th and 21st day of storage</p> <p>↓ całkowita liczba psychrotrofów w 21. dniu</p>	<p>- całkowita liczba żywych organizmów w 0. dniu przechowywania / total number of living organisms on the 0th day of storage</p> <p>- całkowita liczba psychrotrofów oraz zawartość pleśni i drożdży w 0., 7. i 14. dniu przechowywania/total number</p>		

		<p>20-procentowy distilled <i>Rosmarinus officinalis ssp.</i> Supplementation time: 240 days</p> <p>↓</p> <p>↑</p> <p>↓</p> <p>↓</p> <p>↑</p> <p>↑</p>	<p>przechowywania jagnięciny/total number of psychrotrophs on the 21st of lamb storage zawartości pleśni i drożdży w 21. dniu przechowywania / mold and yeast content on the 21st day of storage</p> <p>wartość a* w 14. i 21. dniu przechowywania / a* value on the 14th and 21st day of storage</p> <p>wartość b* w 14. i 21. dniu przechowywania / b* value on the 14th and 21st day of storage</p> <p>zjelczały zapach w 14. i 21. dniu przechowywania / rancid smell on the 14th and 21st day of storage</p> <p>koloryt mięsa w 14. i 21. dniu przechowywania / meat colour on the 14th and 21st day of storage</p> <p>wartość określającej kolor tłuszczu w 7., 14. i 21. dniu przechowywania / value of fat color on the 7th, 14th and 21st of storage</p>	<p>of psychrotrophs and content of molds and yeast on the 0th, 7th and 14th of storage</p> <p>- wartość określająca zjelczały zapach w 0. i 14. dniu przechowywania / value defining rancid smell on the 0th and 14th day of storage</p> <p>- wartość określająca koloryt mięsa w 0. i 14. dniu przechowywania / value defining meat color on the 0th and 14th day of storage</p> <p>- wartość określająca kolor tłuszczu w 0. dniu przechowywania / value defining fat color on the 0th day of storage</p> <p>- pH jagnięciny przez cały okres przechowywania / lamb pH throughout the storage period</p> <p>- parametry barwy L*przez cały okres przechowywania / color parameters L* throughout the storage period</p> <p>- parametry barwy jagnięciny a*i b*w 0. i 7. dniu przechowywania/lamb color parameters a*i b* on the 0th and 7th day of storage</p> <p>- zapach określany jako jagnięcy, zgniły, kwaśny przez cały okres przechowywania / smell defined as lamb, rotten, sour throughout the storage period</p>	
	<p>0,3 ml eterycznego olejku rozmarynowego na dzień na zwierzę</p> <p>0.3 ml of rosemary essential oil /day/per animal</p>	<p>↑</p> <p>↑</p> <p>↓</p> <p>↑</p>	<p>cechy sensoryczne (smak i akceptowalność) / sensory characteristics (taste and acceptability)</p> <p>procentowa zawartość omega 3 (PUFA n-3) / percentage of omega 3 (n-3 PUFA)</p> <p>stosunek n-6/n-3/n-6/n-3 ratio</p> <p>procentowa zawartość kwasów tłuszczowych: C17:0, C18:2n-4, C20:5n-3 / percentage of fatty acids: C17:0, C18:2n-4, C20:5n-3</p>	<p>- parametry barwy mięsa (L*, a*, b*) / meat color parameters (L*, a*, b*)</p> <p>- ton barwy (h°) / color tone (h°)</p> <p>- pH jagnięciny / pH of lamb</p> <p>- straty podczas gotowania / losses during cooking</p> <p>- kruchość i soczystość / tenderness and juiciness</p> <p>- sumę PUFA, SFA i MUFA / the sum of PUFA, SFA and MUFA</p> <p>- stosunek PUFA/SFA / PUFA/SFA ratio</p> <p>- zawartość PUFA n-6 / n-6 PUFA content</p> <p>- kwasy tłuszczowe: C10:0, C12:0, iso14:0, C14:0, C14:1n-5, anteiso 15, iso15:0, C15:0, iso 16:0, C16:0, C16:1n-7, anteiso 17, iso 17:0, C17:1n-7, iso18:0, C18:0, C18:1n-9, C18:1, C18:2, C18:2n-6, C18:3n-6, C18:3n-4, C18:3n-3, C18: 2 conj, C20:0, C20:1n-9, C20:2n-6, C20:3n-6, C20:4n-6, C22:0, C21:5n-3, C22:5n-3, C22:6n-3, C24:0 / fatty acids: C10:0, C12:0, iso14:0,</p>	[87]

					C14:0, C14:1n-5, anteiso 15, iso15:0, C15:0, iso 16:0, C16:0, C16:1n-7, anteiso 17, iso 17:0, C17:1n-7, iso18:0, C18:0, C18:1n-9, C18:1, C18:2, C18:2n-6, C18:3n-6, C18:3n-4, C18:3n-3, C18: 2 conj, C20:0, C20:1n-9, C20:2n-6, C20:3n-6, C20:4n-6, C22:0, C21:5n-3, C22:5n-3, C22:6n-3, C24:0	
		<p>0,6 cm³ eterycznego - procentowy olejek rozmarynowego na dzień na zwierzę</p> <p>0.6 cm³ of rosemary essential oil /day/per animal</p>	<p>↑ cechy sensoryczne (smak i akceptowalność) / sensory characteristics (taste and acceptability)</p> <p>↑ suma wielonienasyconych kwasów tłuszczowych PUFA / sum of polyunsaturated fatty acids PUFA</p> <p>↑ procentowa zawartość omega 6 (PUFA n-6) i omega 3 (PUFA n-3) / percentage of omega 6 (PUFA n-6) and omega 3 (PUFA n-3)</p> <p>↑ stosunek PUFA/SFA, stosunek n-6/n3 / PUFA/SEFA ratio, n-6/n3 ratio</p> <p>↑ procentowa zawartość kwasów tłuszczowych: C17:1n-7, C18:2n-6, C20:2n-6, C20:5n-3, C24:0 / percentage of fatty acids: C17:1n-7, C18:2n-6, C20:2n-6, C20:5n-3, C24:0</p>		<p>- parametry barwy mięsa (L*, a*, b*) / meat color parameters (L*, a*, b*)</p> <p>- ton barwy (h°) / color tone (h°)</p> <p>- pH jagnięciny / pH of lamb</p> <p>- straty podczas gotowania / losses during cooking</p> <p>- kruchość i soczystość jagnięciny / tenderness and juiciness of the lamb</p> <p>- sumę SFA i MUFA / sum of SFA and MUFA</p> <p>- kwasy tłuszczowe: C10:0, C12:0, iso14:0, C14 :0, C14:1n-5, anteiso 15, iso15:0, C15:0, iso 16:0, C16:0, C16:1n-7, anteiso 17, iso 17:0, C17:0, iso18:0, C18:0, C18:1n-9, C18:1, C18:2, C18:2n-4, C18:3n-6, C18:3n-4, C18:3n-3, C18: 2 conj, C20:0, C20:1n-9, C20:3n-6, C20:4n-6, C22:0, C21:5n-3, C22:5n-3, C22:6n-3 / fatty acids: C10:0, C12:0, iso14:0, C14 :0, C14:1n-5, anteiso 15, iso15:0, C15:0, iso 16:0, C16:0, C16:1n-7, anteiso 17, iso 17:0, C17:0, iso18:0, C18:0, C18:1n-9, C18:1, C18:2, C18:2n-4, C18:3n-6, C18:3n-4, C18:3n-3, C18: 2 conj, C20:0, C20:1n-9, C20:3n-6, C20:4n-6, C22:0, C21:5n-3, C22:5n-3, C22:6n-3</p>	
		<p>250 mg olejku eterycznego z rozmarynu na dzień na jagnię</p> <p>250 mg of rosemary essential oil /day/ per lamb</p> <p>500 mg olejku eterycznego z rozmarynu /dzień/jagnię</p> <p>500 mg of rosemary</p>	brak / absence		<p>- masa końcowa, przyrost żywej masy, średni dzienny przyrost masy ciała / final weight, live weight gain, average daily body weight gain</p>	[12]

	essential oil /day/ per lamb			
	750 mg olejku eterycznego z rozmarynu na dzień na zwierzę/jagnię			
	750 mg rosemary essential oil /day/ per lamb			
	koncentrat z liści rozmarynu podawany ze słomą ryżową nasączoną mocznikiem w ilości 1% wagi jagniąt	↑ ↑ ↑	masa końcowa / final weight całkowity przyrost wagi / total weight gain dzienny przyrost masy ciała/daily body weight gain	brak / absence
	rosemary leaf concentrate served with rice straw soaked in urea at 1% of the lamb's weight			[67]
Kozy / Goats	0,6 g olejku eterycznego z rozmarynu /kg masy ciała kozy karmiącej	↑ ↑	masa koźląt suplementowanych w 30 dniu suplementacji / weight of kids supplemented on the 30th day of supplementation dzienny przyrost masy ciała koźląt suplementowanych kóz w początkowym okresie suplementacji (0-30 dnia) / daily body weight gain of kids of supplemented goats in the initial period of supplementation (0-30 days)	- masa urodzeniowa / birth weight - masa w 70 dniu suplementacji / weight on the 70th day of supplementation - dzienny przyrost masy ciała w drugim (30÷70. dniu) i całym okresie (0÷70. dniu) suplementacji / daily body weight gain in the second (30th÷70th day) and the entire period (0th÷70th day) of supplementation
	0.6 g of rosemary essential oil/kg of body weight of a lactating goat			[87]

		<p>60 g liści rozmarynu /kg masy ciała kozy karmiącej – dawka została obliczona na podstawie zawartości olejku w użytym materiale roślinnym, co stanowi 0,6 g olejku eterycznego</p> <p>60 g of rosemary leaves/kg of body weight of a lactating goat – the dose was calculated based on the oil content in the plant material used, which is 0.6 g of essential oil</p>			
Kurkuma/Turmeric	Owce / Sheep	5 g/dzień sproszkowanej kurkumy na zwierzę	brak / absence	- masa / weight	[3]
		5 g/day of turmeric powder/per animal			
	10 g/dzień sproszkowanej kurkumy na zwierzę	brak / absence	- masa / weight - dzienny przyrost masy ciała (w okresach 0÷7 dni, 0÷12 dni i 0÷17 dni) / daily body weight gain (in periods 0th÷7th days, 0th÷12th days and 0th÷17th days)	[55]	
	10 g/day of turmeric powder/per animal				
	1 mg/kg koncentratu na zwierzę				
	1 mg/kg of concentrate/per animal				
	4mg/kg koncentratu na zwierzę				

		4 mg/kg of concentrate/per animal			
		2 mg/kg koncentratu na zwierzę	↑	dzienny przyrost masy ciała w okresie od początku eksperymentu do 17 dnia / daily body weight gain from the beginning of the experiment to the 17th day	- masa ciała/body weight - dzienny przyrost masy ciała (w okresach 0÷7 dni i 0÷12 dni) / daily body weight gain (in periods 0th÷7th days and 0th÷12th days)
		2 mg/kg of concentrate/per animal			
		100 mg kg ⁻¹ kurkuminy na zwierzę	↑	zawartość kwasów tłuszczowych / fatty acid content:	- dzienny przyrost masy ciała / daily body weight gain - zawartość tłuszczu w mięsie /fat content in meat
		100 mg kg ⁻¹ of curcumin/per animal	↑	- C15:0 (należący do SFA) / C15:0 (belonging to SFA) - C20:3n3c i C22:5n3c (należące do PUFA) w mięsie / C20:3n3c and C22:5n3c (belonging to PUFA) in meat	- zawartość w mięsie kwasów tłuszczowych: C14:0, C16:0, C17:0, SFA, C16:1, C16:1n7c, C17:1, C18:1 t izomer, C18:1n9c, C24:1n9c, MUFA, C18:2n6c, C18:3n3c, CLA (C18:2c9t11), C20:3n6c, PUFA / fatty acid content in meat: C14:0, C16:0, C17:0, SFA, C16:1, C16:1n7c, C17:1, C18:1 t isomer, C18:1n9c, C24:1n9c, MUFA, C18:2n6c, C18:3n3c, CLA (C18:2c9t11), C20:3n6c, PUFA
		200 mg kg ⁻¹ kurkuminy na zwierzę	↓	Całkowita zawartość tłuszczu w mięsie / total fat content in meat	- dzienny przyrost masy ciała / daily body weight gain
		200 mg kg ⁻¹ of curcumin/per animal	↑	zawartość kwasów tłuszczowych: C15:0 (należącego do SFA), C20:3n6c (należącego do PUFA), C20:3n3c (należącego do SFA) w mięsie / fatty acids content: C15:0 (belonging to SFA), C20:3n6c (belonging to PUFA), C20:3n3c (belonging to SFA) in meat	- zawartość kwasów tłuszczowych w mięsie: C14:0, C16:0, C17:0, SFA, C16:1, C16:1n7c, C17:1, C18:1n9c, C24:1n9c, MUFA, C18:2n6c, C18:3n3c, CLA (C18:2c9t11), C22:5n3c, PUFA / fatty acid content in meat: C14:0, C16:0, C17:0, SFA, C16:1, C16:1n7c, C17:1, C18:1n9c, C24:1n9c, MUFA, C18:2n6c, C18:3n3c, CLA (C18:2c9t11), C22:5n3c, PUFA
		300 mg kg ⁻¹ kurkuminy na zwierzę	↓	zawartość kwasu tłuszczowego C18:1 t izomer (należącego do MUFA) w mięsie/content of fatty acid C18:1 t isomer (belonging to MUFA) in meat	
		300 mg kg ⁻¹ of curcumin/per animal	↑	średni dobowy przyrost masy ciała / average daily body weight gain	-dzienny przyrost masy ciała/ daily body weight gain
		300 mg kg ⁻¹ of curcumin/per animal	↓	całkowita zawartość tłuszczu w mięsie / total fat content in meat	- zawartość w mięsie: C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, SFA / content in meat: C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, SFA
		300 mg kg ⁻¹ of curcumin/per animal	↓	zawartość kwasów tłuszczowych: SFA, C18:1 t izomeru w mięsie / fatty acid content: SFA, C18:1 t isomer in meat	- zawartość w mięsie: C16:1, C16:1n7c, C17:1, C18:1n9c, C24:1n9c, MUFA / content in meat: C16:1, C16:1n7c, C17:1, C18:1n9c, C24:1n9c, MUFA - zawartość w mięsie: C18:2n6c, C18:3n3c, CLA

[54]

			↑	zawartość kwasów tłuszczowych: C20:3n6c, C20:3n3c, C22:5n3c, PUFA w mięsie / fatty acid content: C20:3n6c, C20:3n3c, C22:5n3c, PUFA in meat	(C18:2c9t11)/content in meat: C18:2n6c, C18:3n3c, CLA (C18:2c9t11)	
	Koźlęta / Kids	2 g/kg podstawowej dawki pokarmowej 2 g/kg of basic food ration	↓ ↓ ↑	Przed odsadzeniem / Before weaning: śmiertelność / mortality Po odsadzeniu/After weaning: śmiertelność, stopień pobierania trawy, współczynnik konwersji paszy / mortality, grass intake rate, feed conversion ratio masa końcowa, przyrost masy ciała, dzienny przyrost masy ciała, wskaźnik efektywności białka / final weight, weight gain, daily body weight gain, protein efficiency index	- masa urodzeniowa/ birth weight - masa w 2, 4, 6, 8, 10 i 12 tygodniu/ weight on the 2th, 4th, 6th, 8th, 10th and 12th week - przyrost masy ciała i dzienny przyrost masy ciała przed odsadzeniem / body weight gain and daily body weight gain before weaning - stopień pobierania koncentratu i pobierania paszy po odsadzeniu / degree of concentrate intake and feed intake after weaning	[66]
		5 g/kg podstawowej dawki pokarmowej 5 g/kg of basic food ration	↓ ↓ ↑	Przed odsadzeniem/Before weaning: śmiertelność / mortality Przed odsadzeniem/Before weaning: śmiertelność, współczynnik konwersji paszy / mortality feed conversion ratio masa końcowa, przyrost masy ciała, dzienny przyrost masy ciała wskaźnik efektywności białka / final weight, body weight gain, daily body weight gain, protein efficiency index	- masa urodzeniowa / birth weight - masa w 2, 4, 6, 8, 10 i 12 tygodniu/ weight on the 2th, 4th, 6th, 8th, 10th and 12th week - przyrost masy ciała i dzienny przyrost masy ciała przed odsadzeniem / body weight gain and daily body weight gain before weaning - stopień pobierania trawy, koncentratu i pobierania paszy po odsadzeniu / grass, concentrate and feed intake after weaning	
Kurkuma i Rozmaryn/ Turmeric and Rose- mary	Koziółki / Kids	1,6 g mieszanki ziołowej na dzień w stosunku 896:19 na koziółka 1.6 g of herbal mix- ture/day in a ratio of 896:19/per kid	↑ ↑ ↑ ↓	żywa masa na końcu eksperymentu /live weight at the end of the experiment masa tuszy zimnej /cold carcass weight wydajność rzeźna / slaughter yield wartości a* i b* / a* and b* values	- dzienny przyrost masy ciała / daily body weight gain - pH 1h i pH 48h po uboju (tendencja) / pH 1h and pH 48h after slaughter (tendency) - jasność mięsa - *L / meat brightness - *L - ekspresję genów metabolizmu lipidów (<i>DGATI</i> , <i>SCD</i> , <i>LPL</i> , <i>ACACA</i> i <i>SREBF1</i>) w wątrobie / expression of lipid metabolism genes (<i>DGAT1</i> , <i>SCD</i> , <i>LPL</i> , <i>ACACA</i> and <i>SREBF1</i>) in the liver	[99]

↑ - zwiększenie/wydłużenie/poprawa; ↓ - zmniejszenie/skrócenie/obniżenie

Informacje zawarte w tabeli odnoszą się do grupy kontrolnej, która nie była suplementowana rozmarynem i/lub kurkumą.

↑ - increase/extension/improvement; ↓ - decrease/shortening/reduction

The information in the table refers to the control group, which was not supplemented with rosemary and/or turmeric.

PUFA – wielonienasycone kwasy tłuszczowe (ang. *Polyunsaturated fatty acids*); MUFA – jednonienasycone kwasy tłuszczowe (ang. *Monounsaturated fatty acids*); SFA – nasycone kwasy tłuszczowe (ang. *Saturated fatty acids*); TBARS – substancje reagujące z kwasem tiobarbiturowym (ang. *Thiobarbituric acid reactive substances*); CLA – sprzężony kwas linolowy (ang. *Conjugated linoleic acid*); EPA – kwas eikozapentaenowy (ang. *Eicosapentaenoic acid*); *DGAT1* – gen diacyloglicerol-o-acylotransferazy (ang. *Diacylglycerol-o-acyltransferase*); *SCD* – gen stearylo-coA desaturazy (ang. *Stearoyl-CoA desaturase*); *LPL* – gen lipaza lipoproteinowej (ang. *Lipoprotein lipase*); *ACACA* – gen alfa karboksylazy acetylo-koenzymu A (ang. *Acetyl-coenzyme A carboxylase alpha*); *SFREBF1* – gen czynnika transkrypcyjnego wiążącego element regulacyjny sterolu (ang. *Sterol regulatory element-binding transcription factor*)

Jak już wspomniano, wyzwaniem dla przemysłu przetwórstwa mięsnego jest spełnienie oczekiwań konsumentów m.in. odnośnie do bezpieczeństwa, wartości odżywczej, walorów smakowych i wizualnych żywności [69]. Suplementacja rozmarynem i kurkumą nie wpływa na glikolizę pośmiertną i nie zmienia pH koźleciny i jagnięciny [30, 64, 99]. Jednak uzupełnienie diety rozmarynem powoduje pogorszenie zapachu (zjęłczały zapach) jagnięciny. Serrano i wsp. oraz Nieto i wsp. [64, 83] odnotowali zmniejszenie stopnia psucia się mikrobiologicznego mięsa oraz opóźnienie utleniania i jęłczenia lipidów, zatem stwierdzili wydłużenie trwałości surowej jagnięciny. Na podstawie koloru jagnięciny przechowywanej w opakowaniach z modyfikowaną atmosferą zawierającą odpowiednio 70 % O₂ : 30 % CO₂ Nieto i wsp. [64] uznali, że dieta z dodatkiem rozmarynu wydłuża okres przydatności do spożycia mięsa jagnięcego tak przechowywanego do 21 dni. Poprawa okresu przydatności mięsa jest jednym z najważniejszych kierunków działań podejmowanych przez przemysł mięsny. Zatem, zarówno kurkuma jak i rozmaryn, mają korzystny wpływ, odpowiednio: na cechy tuczne i długość przydatności mięsa.

Suplementacja rozmarynem i kurkumą wpływa na parametry określające barwę mięsa. Dotychczas stwierdzono, że wzbogacenie diety rozmarynem powoduje poprawę cech wizualnych mięsa poprzez obniżenie wartości parametru b*, odpowiadającego udziałowi barwy żółtej w mięsie [30] lub wzrost wartości a* [64, 83] dla jagnięciny. W literaturze odnotowano także brak wpływu rozmarynowego olejku eterycznego na ton i barwę jagnięciny [87]. Z kolei mieszanka zawierająca rozmaryn i kurkumę zmniejsza wartości a* i b*, co oznacza, że mięso jest jaśniejsze, a zatem bardziej pożądane przez konsumentów [99]. Jednak wykazano również, że suplementacja rozmarynem i/lub kurkumą nie zmienia wartości parametru L*, który określa jasność barwy mięsa. Parametr ten jest również istotny dla oceny mięsa przez konsumentów. Korzystniejsze wyniki dla barwy mięsa w wyniku dodania rozmarynu, uzyskano na drodze „pokoleniowej” suplementacji. Otóż w jagnięcinie od zwierząt, których matki również były suplementowane rozmarynem, wzrosły wartości L* i b* w 21. dniu przechowywania, a zatem zostało opóźnione przebarwienie chudego mięsa i ciemnienie tłuszczu [83]. Stosowanie rozmarynu i kurkumy ma zatem wymierne korzyści, wpływające na cechy produkcyjne małych przeżuwaczy. Aby w pełni wykorzystać potencjał obu tych ziół należy dobrać odpowiednią dawkę i stosunek obu roślin w suplementowanych preparatach.

Układ immunologiczny i parametry krwi

W krajach rozwiniętych powszechnie kładzie się nacisk na profilaktykę chorób zwierząt, gdyż zdrowie jest m.in. jednym ze wskaźników dobrostanu. Z tego powodu uwzględnia się odporność na infekcję w programach hodowlanych wielu zwierząt gospodarskich [78]. W poszukiwaniu suplementu przynoszącego korzyści zdrowotne

zostały przeprowadzone badania dotyczące wpływu dziennej suplementacji ekstraktu rozmarynu i/lub kurkumy (Tab. 5) na parametry krwi i układ immunologiczny.

U kóz suplementowanych kurkumą, w dawce 80 mg suchego ekstraktu z kurkumy na zwierzę na dzień, nie stwierdzono zmian w poziomie erytrocytów (ang. *Red blood cells*, RBC) oraz białych krwinek (ang. *White blood cells*, WBC), hemoglobiny i globulin [35]. Natomiast suplementacja rozmarynem spowodowała wzrost poziomu WBC, przy braku zmian w poziomie RBC, hemoglobiny, neutrofilii i limfocytów. Dodatkowo większa jego dawka (200 mg/kg masy ciała/dzień/koźle) podnosi poziom globulin we krwi kóz [106]. Podobnie u owiec rozmaryn nie powoduje zmian w ich poziomie, z wyjątkiem neutrofilii, których poziom obniża się w wyniku suplementacji [67]. Natomiast wyniki dotyczące wpływu uzupełnienia diety owiec o kurkumę są niejednoznaczne. Otóż w zależności od dnia suplementacji, odnotowano wzrost liczby RBC (w 12. dniu), zmniejszenie liczby neutrofilii (w 7. i 12. dniu) oraz limfocytów (w 17. dniu). Co więcej, zmiany w liczbie leukocytów zaobserwowano u zwierząt suplementowanych 1 mg oraz 4 mg sproszkowanej kurkumy na dzień na zwierzę we wszystkich dniach kontroli, przy czym mniejsza dawka wpływała redukująco na ich poziom, a większa zmniejszała ich liczbę w 7. i 12. dniu, zaś w 17. dniu powodowała zwiększenie [55]. Również Odhaib i wsp. [68] stwierdzili korzystny wpływ kurkumy na produkcję RBC, a wraz ze wzrostem dawki również hemoglobiny i redukcję neutrofilii. Zatem odpowiednio dobrana dawka może dodatnio wpływać na układ odpornościowy. Z drugiej strony wysoka dawka kurkumy nie wpływa korzystnie na układ odpornościowy małych przeżuwaczy, gdyż może stymulować do zbyt wysokiej produkcji WBC i wywoływać stan zapalny, co nie jest pożądane u zwierząt gospodarskich.

Zarówno rozmaryn jak i kurkuma wpływają stymulująco na aktywność dysmutazy ponadtlenkowej (ang. *superoxide dismutase*, SOD) w surowicy krwi owiec [12, 35, 55]. Dodatkowo kurkuma zwiększa aktywność katalazy i GPx, czego nie zaobserwowano w przypadku rozmarynu [12, 35, 38]. Ponadto suplementacja rozmarynem/kurkumą wpływa na poziom przeciwciał w surowicy krwi. Rozmaryn powoduje wzrost zawartości immunoglobulin IgA, IgG, zaś kurkuma – immunoglobulin IgA, IgG, IgM [12, 38]. W dotychczasowych badaniach nad suplementacją kurkumy u owiec stwierdzono jej wpływ na wiele parametrów hematologicznych (zmniejszenie liczby leukocytów, limfocytów, AST oraz wzrost RBC, IL-10, albumin, hemoglobiny) i związanych ze stresem oksydacyjnym (tj. obniżenie ROS, wzrost aktywności GST i GPx) [35, 38, 67]. Z kolei mieszanka zawierająca suchy ekstrakt z kurkumy i rozmarynu w stosunku 896:19 spowodowała obniżenie całkowitej pojemności przeciwutleniającej (ang. *total antioxidant capacity*, TAC), aktywności katalazy (ang. *catalase*, CAT) SOD, ceruloplazminy (ang. *ceruloplasmin*, CP) oraz wzrost poziomu reductazy glutationowej (ang. *glutathione reductase*, GR), oksydacyjnej modyfikacji

Tabela 5. Wpływ suplementacji rozmarynem i/lub kurkumą na parametry krwi, markery stresu oksydacyjnego i układ odpornościowy małych przeżuwaczy

Table 5. The effect of rosemary and/or turmeric supplementation on blood parameters, oxidative stress markers and the immune system of small ruminants

Roślina / Plant	Zwierzęta / Animals	Dawka / Dose	Wpływ na Parametry / Effect on Parameters	Brak wpływu / No Effect	Referencje / References
Rozmaryn / Rosemary	Kozy / Goats	100 mg na 1 kg ciała na dzień na 3÷7 dniowe kozłę 100 mg per 1 kg of body weight per day/ 3-7 day old goat	↑ poziom WBC/ WBC level	Poziom / Level of: - hemoglobiny, globulin, RBC, PCV, neutrofilii, limfocytów/ hemoglobin, globulins, RBC, PCV, neutrophils, lymphocytes	[85]
		200 mg na 1 kg ciała na dzień na 3÷7 dniowe kozłę 200 mg per 1 kg of body weight per day/ 3÷7 day old goat	↑ poziom WBC i globulin / WBC and globulin level	Poziom / Level of: - hemoglobiny, RBC, PCV, neutrofilii, limfocytów/ hemoglobin, RBC, PCV, neutrophils, lymphocytes	
		400 mg na 1 kg ciała na dzień na 3÷7 dniowe kozłę 400 mg per 1 kg of body weight per day/ 3÷7 day old goat	brak/absence	Poziom / Level of: - hemoglobiny, globulin, RBC, PCV, WBC, neutrofilii, limfocytów/ hemoglobin, globulins, RBC, PCV, WBC, neutrophils, lymphocytes	
	Owce / Sheep	250 mg/kg masy ciała owcy 250 mg/kg of sheep body weight	↑ poziom glukozy i insulinopodobnego czynnika wzrostu 1 / glucose and insulin-like growth factor 1 levels	Poziom / Level of: - insuliny, białka, trójglicerydów, azotu mocznikowego, dialdehydu malonowego/insulin, protein, triglycerides, urea nitrogen, malondialdehyde	[30]
		500 mg/kg masy ciała owcy 500 mg/kg of sheep body weight	↑ poziom glukozy/ glucose levels	Poziom / Level of: - insuliny, białka, trójglicerydów, azotu mocznikowego; dialdehydu malonowego, insulinopodobnego czynnika wzrostu 1/ insulin, protein, triglycerides, urea nitrogen; malondialdehyde, insulin-like growth factor 1	
		250 mg olejku eterycznego z rozmarynu na dzień na zwierzę	brak / absence	Aktywność / Activity of: - SOD, GPx i katalazy/SOD, GPx and catalase	[12]

		250 mg rosemary essential oil /day/per animal			
		500 mg olejku eterycznego z rozmarynu na dzień na zwierzę	↑	aktywność SOD / SOD activity	Aktywność / activity of: - GPx i katalazy / GPx and catalase
		500 mg rosemary essential oil /day/per animal			
		750 mg olejku eterycznego z rozmarynu na dzień na zwierzę	↑	aktywność SOD/SOD activity	Aktywność / activity of: - GPx i katalazy/ GPx and catalase
		750 mg rosemary essential oil /day/per animal			
		koncentrat z liści rozmarynu podawany ze słomą ryżową nasączoną mocznikiem w ilości 1% wagi jagniąt	↓	Zawartość / Contents: - neutrofilii we krwi, mocznika w surowicy krwi/blood neutrophiles, serum urea	<ul style="list-style-type: none"> • Krew / blood: Poziom / Level of: - białych i czerwonych krwinek, hemoglobiny, limfocytów, monocytów, eozynofili, bazofilii, PCV / white and red blood cells, hemoglobin, lymphocytes, monocytes, eosinophilia, basophilia, PCV • Surowica / serum zawartość / content: białka, ALT, AST, cholesterolu, IgG, IgM / proteins, ALT, AST, cholesterol, IgG, IgM
		rosemary leaf concentrate served with rice straw soaked in urea at 1% of the lamb's weight	↑	Poziom / Level of: - IgA w surowicy krwi/serum IgA	
Kurkuma / Turmeric	Kozy / Goats	2 g na kg podstawowej dawki pokarmowej na kozę	↑	aktywność GSH / GSH activity	Aktywność: TBARS, SOD, GSH-Px, kortyzolu / Activity of: TBARS, SOD, GSH-Px, cortisol
		2 g/kg of basic feed ration/goat			
		5 g na kg podstawowej dawki pokarmowej na kozę			
		5 g/kg of basic feed ration/goat			[65]
	Owce / Sheep	450 mg na czteromiesięczną owcę na dzień	↑	aktywność peroksydazy glutationowej (GPx) w surowicy krwi / glutathione peroxidase (GPx) activity in blood	-zawartość glukozy, całkowitego cholesterolu, triglicerydów, HDL, LDL, wolnych kwasów tłuszczowych NEFA w surowicy krwi / content
					[38]

	450 mg/four-month-old sheep/day	↑	serum poziom przeciwciał IgA, IgM i IgG w surowicy krwi/IgA, IgM and IgG antibody levels in blood serum	of glucose, total cholesterol, triglycerides, HDL, LDL, free fatty acids NEFA in blood serum aktywność SOD w surowicy krwi/SOD activity in blood serum	
	900 mg na czteromiesięczną owcę na dzień	↑	zawartość wolnych kwasów tłuszczowych NEFA w surowicy krwi / free fatty acid NEFA content in blood serum	zawartość glukozy, całkowitego cholesterolu, triglicerydów, HDL, LDL w surowicy krwi/ content of glucose, total cholesterol, triglycerides, HDL, LDL in blood serum	
	900 mg/four-month old seep/day	↑	aktywność peroksydazy glutationowej (GPx) w surowicy krwi/glutathione peroxidase (GPx) activity in blood serum	aktywność SOD w surowicy krwi/SOD activity-in blood serum	
	1 mg sproszkowanej kurkumy podawanej w nanokapsułkach /kg paszy treściwej jagniąt	↑	poziom przeciwciał IgA, IgM, IgG w surowicy krwi / IgA, IgM, IgG antibody levels in blood serum		
	1 mg of powdered turmeric administered in nanocapsules/kg of concentrated lamb feed	↓	Poziom / Level of: - erytrocytów w 12. dniu suplementacji/erythrocytes on the 12th of supplementation - leukocytów w 7., 12. i 17. dniu suplementacji / leukocytes on the 7th, 12th and 17th day of supplementation - neutrofilii w 7. i 12. dniu suplementacji/neutrophilia on the 7th and 12th day of supplementation - limfocytów w 17. dniu suplementacji / lymphocytes on the 17th day of supplementation	Poziom/Level of: - erytrocytów w 7. i 17. dniu suplementacji/ erythrocytes on the 7th and 17th day of supplementation - neutrofilii w 17. dniu suplementacji/neutrophils on the 17th day of supplementation - limfocytów w 7. i 12. dniu suplementacji/lymphocytes on the 7th and 12th day of supplementation - monocytów i eozynofilii w 7., 12. i 17. dniu suplementacji/ monocytes and eosinophils on the 7th, 12th and 17th day of supplementation - hemoglobiny / haemoglobin - AST, glukozy / AST, glucose - GGT, triglicerydów i albumin w 12. i 17. dniu suplementacji / GGT, triglycerides and albumins on day 12th and 17th day of supplementation - procentowa zawartość hematokrytu / percentage of haematocrit - zawartość mocznika w 7. i 12. dniu suplementacji/ urea on day 7th and 12th day of supplementation	[55]
		↓	Zawartość/Content of: - GGT w 7 dniu suplementacji / GGT on the 7th day of supplementation - triglicerydów w 7. dniu suplementacji/ triglycerides on the 7th day of supplementation - białka w 7., 12. i 17. dniu suplementacji/proteins on the 7th, 12th and 17th day of supplementation - globulin w surowicy w 7., 12. i 17.		

			<p>dniu suplementacji/ serum globulins on the 7th, 12th and 17th day of supplementation</p> <p>↓ - albumin w surowicy w 7. dniu suplementacji / serum albumins on the 7th day of supplementation</p> <p>↑ - mocznika w 17. dniu suplementacji/urea on the 17th day of supplementation</p>			
		<p>2 mg sproszkowanej kurkumy podawanej w nanokapsułkach / kg podstawowej paszy treściwej jagniąt</p> <p>2 mg of powdered turmeric administered in nanocapsules / kg of basic concentrate feed for lambs</p>	<p>↑ Poziom / Level of: - erytrocytów w 12. i 17. dniu suplementacji / erythrocytes on the 12th and 17th day of supplementation</p> <p>↓ - leukocytów w 7. dniu suplementacji / leukocytes on the 7th day of supplementation</p> <p>↓ - neutrofilii w 7. dniu suplementacji / neutrophilia on the 7th day of supplementation</p> <p>↓ - limfocytów w 17. dniu suplementacji / lymphocytes on the 17th day of supplementation</p> <p>↑ Zawartość / Content of: - AST</p> <p>↓ - białka w 12. dniu suplementacji / proteins on the 12th day of supplementation</p> <p>↓ - albumin w 7. i 12. dniu suplementacji / albumins on the 7th and 12th day of supplementation</p> <p>↓ - globulin w 17. dniu suplementacji / globulins on the 17th of supplementation</p> <p>↓ - glukozy w 12. i 17. dniu suplementacji / glucose on the 12th and 17th of supplementation</p> <p>↑ - triglicerydów w 7. dniu suplementacji</p>	<p>Poziom / Level of: - erytrocytów w 7. dniu suplementacji / erythrocytes on the 7th day of supplementation</p> <p>- leukocytów i neutrofilii w 12. i 17. dniu suplementacji / leukocytes and neutrophils on the 12th and 17th day of supplementation</p> <p>- limfocytów w 7. i 12. dniu suplementacji / lymphocytes on the 7th and 12th day of supplementation</p> <p>- monocytów i eozynofilii w 7., 12. i 17. dniu suplementacji / monocytes and eosinophils on the 7th, 12th and 17th of supplementation</p> <p>- białka w 7. i 17. dniu suplementacji / proteins on the 7th and 17th of supplementation</p> <p>- albumin w 17. dniu suplementacji / albumins on the 17th day of supplementation</p> <p>- globulin i mocznika w 7. i 12. dniu suplementacji / globulins and urea on the 7th and 12th day of supplementation</p> <p>- zawartość glukozy w 7. dniu suplementacji / glucose content on the 7th day of supplementation</p> <p>-zawartości triglicerydów w 12. i 17. dniu suplementacji / triglyceride content on the 12th and 17th day of supplementation</p> <p>Zawartość / Content of: - procentową zawartość hematokrytu / percentage of hematocrit</p>		

			<p>↑ / triglycerides on the 7th of supplementation - mocznika w 17. dniu suplementacji / urea on the 17th day of supplementation</p>	<p>- hemoglobiny / hemoglobin - GGT w 7., 12. i 17. dniu suplementacji / GGT on the 7th, 12th and 17th of supplementation</p>	
		<p>4 mg sproszkowanej kurkumy podawanej w nanokapsułkach / kg podstawowej paszy treściwej jagniąt</p> <p>4 mg of powdered turmeric administered in nanocapsules / kg of basic concentrate feed for lambs</p>	<p>↑ Poziom / Level of: - erytrocytów w 12 dniu suplementacji / erythrocytes on the 12th day of supplementation</p> <p>↓ - leukocytów w 7 dniu suplementacji / leukocytes on day 7 of supplementation</p> <p>↑ - leukocytów w 17. dniu suplementacji / leukocytes on day 17 of supplementation</p> <p>↓ - neutrofilii w 7. i 12. dniu suplementacji / neutrophilia on day 7 and 12 of supplementation</p> <p>↑ - neutrofilii w 17. dniu suplementacji / neutrophilia on day 17 of supplementation</p> <p>↑ Zawartość / Content of: - AST w 7. i 12. dniu suplementacji / AST on day 7 and 12 of supplementation</p> <p>↑ - GGT w 7. i 12. dniu suplementacji / GGT on day 7 and 12 of supplementation</p> <p>↓ - białka w 12. dniu suplementacji / proteins on day 12 of supplementation</p> <p>↓ - albumin w 7. i 12. dniu suplementacji / albumins on day 7 and 12 of supplementation</p> <p>↓ - globulin w 17. dniu suplementacji / globulins on day 17 of supplementation</p> <p>↓ - glukozy w 12. i 17. dniu suplementacji / glucose on day 12 and 17 of supplementation</p> <p>↑ - triglicerydów w 7. dniu suplementacji</p>	<p>Poziom / Level of: - erytrocytów w 7 i 17 dniu suplementacji / erythrocytes on the 7th and 17th day of supplementation</p> <p>- hemoglobiny / haemoglobin - leukocytów w 12 dniu suplementacji / leukocytes on day 12 of supplementation</p> <p>- limfocytów w 7., 12. i 17. dniu suplementacji / lymphocytes on day 7, 12 and 17 of supplementation</p> <p>- monocytów i eozynofili w 7., 12. i 17. dniu suplementacji / monocytes and eosinophils on day 7, 12 and 17 of supplementation</p> <p>Zawartość / Content of: - procentową zawartość hematokrytu / percentage of haematocrit - GGT w 17 dniu suplementacji / GGT on day 17 of supplementation</p>	

			<p>↑ / triglycerides on day 7 of supplementation - mocznika w 17. dniu suplementacji / urea on day 17 of supplementation</p>		
	<p>80 mg suchego ekstraktu z kurkumy / zwierzę / dzień 80 mg of dry turmeric extract / animal / day</p>	<p>↓ ↓ ↓ ↓ ↑ ↓ ↑ ↑</p>	<p>Poziom / Level of: - leukocytów / leukocytes - limfocytów w 10. i 15. dniu suplementacji / lymphocytes on the 10th and 15th day of supplementation - neutrofilii, całkowitej zawartości białka i globulin w 15. dniu suplementacji / neutrophils, total protein and globulins on the 15th day of supplementation - reaktywnych form tlenu w 10. i 15. dniu suplementacji / reactive oxygen species on the 10th and 15th day of supplementation - IL-10 w 10. i 15. dniu suplementacji / IL-10 on the 10th and 15th day of supplementation - TNF-α w 15. dniu suplementacji / TNF-α on the 15th day of supplementation Aktywność / Activity of: - GST i SOD w 10. i 15. dniu suplementacji / GST and SOD on the 10th and 15th day of supplementation - katalazy w 15. dniu suplementacji / catalases on the 15th day of supplementation</p>	<p>Poziom / Levels of: - erytrocytów, hemoglobiny, MCV, MCHC, płytek krwi, monocytów, eozynofili, albumin, mocznika, glukozy, triglicerydów, cholesterolu, AST, IL-1 w 10 i 15 dniu suplementacji / erythrocytes, hemoglobin, MCV, MCHC, platelets, monocytes, eosinophils, albumins, urea, glucose, triglycerides, cholesterol, AST, IL-1 on the 10th and 15th day of supplementation - neutrofilii, całkowitej zawartości białka i globulin w 10. dniu suplementacji / neutrophils, total protein and globulins on the 10th day of supplementation - TNF-α w 10. dniu suplementacji / TNF-α on the 10th day of supplementation - IL-1 w 10. i 15. dniu suplementacji / IL-1 on the 10th and 15th day of supplementation - procentową objętość globulin / percentage volume of globulins - aktywność katalazy w 10. dniu suplementacji / catalase activity on the 10th day of supplementation</p>	[35]
	<p>1 % kurkumy w proszku w treściwej paszy 1% turmeric powder in concentrated feed</p>	<p>↑ ↓</p>	<p>Poziom / Level of: - RBC, albumin, HLDL / RBC, albumin, HLDL - AST / AST</p>	<p>Poziom Level of: - hemoglobiny, MCV, RBC, neutrofilii, limfocytów, monocytów, eozynofili, bazofilii, ALT, mocznika, glukozy, całkowitej zawartości protein, globulin, całkowitej zawartości cholesterolu, triglicerydów, LDL, VLDL / hemoglobin, MCV, RBC, neutrophils, lymphocytes,</p>	[68]

					monocytes, eosinophils, basophils, ALT, urea, glucose, total proteins, globulins, total cholesterol, triglycerides, LDL, VLDL	
		1.5 % kurkumy w proszku w treściwej paszy 1.5% turmeric powder in concentrated feed	↑ ↓	Poziom / Level of: - globulin / globulin - AST, HLDL / AST, HLDL	Poziom / Level of: - RBC, hemoglobiny, MCV, RBC, neutrofilii, limfocytów, monocytów, eozynofilii, bazofilii, ALT, mocznika, glukozy, całkowitej zawartości protein, albumin, całkowitej zawartości cholesterolu, triglicerydów, LDL, VLDL / RBC, hemoglobin, MCV, RBC, neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils, basophils, ALT, urea, glucose, total protein, albumin, total cholesterol, triglycerides, LDL, VLDL	
		2 % kurkumy w proszku w treściwej paszy 2% turmeric powder in concentrated feed	↑ ↓	Poziom / Level of: - RBC, hemoglobiny, MCV, albumin, HLDL / - RBC, hemoglobin, MCV, albumin, HLDL - neutrofilii / neutrophiles	Poziom / Level of: - RBC, limfocytów, monocytów, eozynofilii, bazofilii, ALT, AST, mocznika, glukozy, całkowitej zawartości protein, globulin, całkowitej zawartości cholesterolu, triglicerydów, LDL, VLDL / RBC, lymphocytes, monocytes, eosinophils, basophils, ALT, AST, urea, glucose, total proteins, globulins, total cholesterol, triglycerides, LDL, VLDL	
Kurkuma i Rozmaryn / Turmeric and Rosemary	Kozy / Goats	1,6 g mieszanki ziołowej / dzień w stosunku 896:19 na koziołka 1.6 g of herbal mixture / day in a ratio of 896:19 / per kids	↓ ↑ ↓ ↑	-TBARS w surowicy krwi / TBARS in blood serum - TAC, OMP AD i OMP KD w surowicy krwi / TAC, OMP AD and OMP KD in blood serum - ekspresja genu laktoferyny / lactoferrin gene expression - ekspresja genu katelicyny 2 / cathelicidin 2 gene expression	- aktywność SOD, CAT, GR, GPx / SOD, CAT, GR, GPx activity, - poziom CP, AST, ALT / CP, AST, ALT levels - ekspresja genów białek ostrej fazy / expression of acute phase protein genes, - ekspresja genów katelicyny, beta-defensyn, białek cytolitycznych / expression of cathelicidin, beta-defensin, cytolytic protein genes	[96,97]

Objaśnienia / Explanatory notes:

↑ - zwiększenie / wydłużenie / poprawa; ↓ - zmniejszenie / skrócenie / obniżenie

Informacje zawarte w tabeli odnoszą się do grupy kontrolnej, która nie była suplementowana rozmarynem i / lub kurkumą.

↑ - increase / extension / improvement; ↓ - decrease / shortening / reduction

The information in the table refers to the control group, which was not supplemented with rosemary and / or turmeric.

RBC – eryocyty (ang. Red blood cells); WBC – białe krwinki (ang. White blood cells); PCV – hematokryt (ang. Packed cell volume); SOD – dysmutaza ponadtlenkowa (ang. Superoxide dismutase); GPx – peroksydaza glutationowa (ang. Glutathione peroxidase 0; ALT – (ang. Aminotransferaza alaninowa); AST – aminotransferaza asparaginianowa (ang. Aspartate aminotransferase); TBARS – substancje reagujące z kwasem tiobarbiturowym (wskaźnik peroksydacji lipidów) (ang. Thiobarbituric acid reactive substances); HDL – lipoproteiny o wysokiej gęstości (ang. High-density lipoprotein); LDL – lipoproteiny o niskiej gęstości (ang. Low-density lipoprotein); NEFA – wolne kwasy tłuszczowe niezestryfikowane (ang. Non-esterified fatty acids); GGT – gamma-glutamylotransferaza (ang. Gamma-glutamyl transferase); MCV – średnia objętość eryocyty (ang. Mean corpuscular volume); MCHC – średnie stężenie hemoglobiny w erytocycie (ang. Mean corpuscular hemoglobin concentration); IL-1 – interleukina 1 (ang. Interleukin-1); HLDL – lipoproteiny o bardzo wysokiej gęstości (ang. High-level density lipoprotein); VLDL – lipoproteiny o bardzo niskiej gęstości (ang. Very-low-density lipoprotein); GR – reduktaza glutationowa (ang. Glutathione reductase); CAT – katalaza (ang. Catalase); CP – ceruloplazmina (ang. Ceruloplasmin); TAC – całkowita pojemność przeciwutleniająca (ang. Total antioxidant capacity); OMP AD – pochodne aldehydowe białek modyfikowanych oksydacyjnie (ang. *Aldehydic derivatives of oxidatively modified proteins*); OMP KD – pochodne ketonowe białek modyfikowanych oksydacyjnie (ang. *Ketonic derivatives of oxidatively modified proteins*)

białek (ang. *oxidative modification of proteins*, OMP 370 430), całkowitej pojemności przeciwutleniającej (ang. *total antioxidant capacity*, TAC) w surowicy krwi kóz, co może świadczyć o aktywacji szlaków przeciwutleniających i poprawie neutralizacji ROS. Z drugiej strony, wzrost OMP może być spowodowany zwiększonymi poziomami pochodnych aldehydów i ketonów, w szczególności OMP AD i OMP KD, wytwarzanych podczas peroksydacji lipidów. Te pochodne mogą zmieniać struktury białek i zakłócać ich funkcje biologiczne. Natomiast brak zmian w aktywności pozostałych badanych parametrów oraz niższa aktywność CAT mogą wskazywać na skuteczne wzmocnienie obrony przeciwutleniającej bez negatywnego wpływu na aktywność enzymów wątrobowych [96]. W zależności od gatunku, rasy czy dawki i formy podawanego suplementu, odnotowywano różne zmiany w parametrach hematologicznych, markerach stresu oksydacyjnego i stanu zapalnego. Zgodnie z powyższymi informacjami, aby bezpiecznie suplementować rozmarynem i / lub kurkumą małe przeżuwacze bez zagrożenia dla stanu hematologicznego i biochemicznego surowicy krwi zwierząt, należy przeprowadzić dalsze eksperymenty z zastosowaniem różnych dawek i form suplementacji obu omawianych ziół, a także stosunków ilościowych kurkuma – rozmaryn.

Podsumowanie

U małych przeżuwaczy obserwuje się korzystny wpływ kurkumy i / lub rozmarynu na wydajność mleka i zawartość jego składników, użytkowość tuczną i jakość mięsa oraz regulację układu odpornościowego. Kurkuma i rozmaryn mogą być wykorzystywane jako naturalne dodatki paszowe w celu wzmocnienia funkcji fizjologicznych lub farmakologicznych. Jednakże, różnorodny wpływ suplementacji kurkumą i / lub rozmarynem na parametry hematologiczne i związane ze stresem oksydacyjnym wskazują, że stosowanie mieszanek ziołowych powinno być lepiej zbadane, a połączenie dwóch i prawdopodobnie większej liczby ziół nie musi wzmocniać oczekiwanego efektu, a wręcz może mieć odwrotne lub niekorzystne działanie.

Wobec przedstawionych w niniejszym przeglądzie wyników oraz zważając na fakt, że obie te przyprawy są popularne i często stosowane w różnych kuchniach świata, należy przeprowadzić szczegółowe analizy nad suplementacją kurkumy i rozmarynu w codziennej diecie. W badaniach klinicznych należy uwzględnić wyższe dawki i różne proporcje obu ziół, zwłaszcza w kontekście rosnącej popularności stosowania roślin leczniczych – głównie kurkumy – we wspomaganiu układu odpornościowego. Popularność wiedzy na temat prozdrowotnych właściwości kurkumy może skutkować jej nadużywaniem przez osoby zainteresowane ziołolecznictwem. Jednak, aby mogła ona przynieść oczekiwany efekt, powinna być spożywana w odpowiedniej dawce. Badania na kozach dowodzą, że zbyt wysoka dawka ziołowych dodatków może wywoływać reakcje uczuleniowe. Dodatkowo, opierając się na najnowszych wynikach badań,

można przewidywać, że ze względu na właściwości senolityczne wzrośnie zainteresowanie kurkumą.

Literatura

- [1] Ahmed H.M., Babakir-Mina M.: Investigation of rosemary herbal extracts (*Rosmarinus officinalis*) and their potential effects on immunity. *Phytotherapy Research*, 2020, 34(8), 1829-1837.
- [2] Al Sheyab F. M., Abuharfeil N., Salloum L., Hani R. B., Awad D. S.: The effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*. L) plant extracts on the immune response and lipid profile in mice. *J. Biol. Life Scien.*, 2012, 3(1), 26-29.
- [3] Al-Khafaf A. A., El-Rawi E. A., Abdullah M. N.: Effect of Adding Curcuma Longa L. Powder on the Colostrum, Milk Production and its Composition and Growth of Newborns in Awassi ewes. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 2023, 1158, 5.
- [4] Aziz E.E., Mahrous E.A., El-Khateeb A.Y., Shams A.S.: Rosemary species: A review of phytochemicals, bioactivities and industrial applications. *South Afr. J. Botan.*, 2022, 146, 395-408.
- [5] Babicz M., Pastwa M.: Możliwości wykorzystania nutrigenetyki i nutrigenomiki w produkcji zwierzęcej. *Przegl. Hod.*, 2014, 82, 6, 23-24.
- [6] Bakr E. S. O., Ghaffar A., Ahmed M., Mousa M. R.: Effects of rosemary and marjoram supplementation on growth performance, digestibility and economic efficiency of growing rabbits. *Egypt. J. Rabbit Sci.*, 2017, 27(2), 245-266.
- [7] Benyaich A., Aksissou M.: The pharmacological and nutritional properties of *Rosmarinus officinalis*: A comprehensive review. *Trop. J. Natur. Prod. Res.*, 2024, 8(11), 8945-8954.
- [8] Bešlo D., Došlić G., Agić D., Rastija V., Šperanda M., Gantner V., Lučić B.: Polyphenols in Ruminant Nutrition and Their Effects on Reproduction. *Antioxidants (Basel)*, 2022, 11 (5), #970.
- [9] Bieniasz J., Bigos P., Dendys K., Kuźnicki W., Matkowski I., Potyrała P.: Recent advances in the treatment of functional dyspepsia and irritable bowel syndrome. *J. Educ. Health Sport*, 2023, 43(1), 53-66.
- [10] Boutoia K., Ferrandini E., Rovira S., García V., López M. B.: Effect of feeding goats with rosemary (*Rosmarinus officinalis* spp.) by-product on milk and cheese properties. *Small Rumin. Res.*, 2013, 112(1-3), 147-153.
- [11] Brodowska P., Reczyńska D., Bagnicka E.: Mleko jako żywność funkcjonalna. *Agro Podkarpacie*, 2018, 23-24.
- [12] Al Sheyab F. M., Abuharfeil N., Salloum L., Hani R. B., Awad D. S.: The effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*. L) plant extracts on the immune response and lipid profile in mice. *J. Biol. Life Scien.*, 2012, 3 (1), 26-29.
- [13] Cetin I., Cetin E., Karakçı D., Ercetin E., Kırmızı O. B., Yeşilbağ D. Y.: The effects of rosemary essential oil supplementation on growth performance, rumen flora and antioxidant blood parameters in growing Merino lambs. *J. Hellenic Vet. Med. Soc.*, 2023, 74(4), 6613-6620.
- [14] Cheng D.M., Kong A.N.T.: Plant bioactive compounds and their roles in gene expression regulation: Mechanisms and therapeutic potential. *Phytochem. Rev.*, 2018, 17(4), 655-672.
- [15] Chiofalo B., Riolo E. B., Fasciana G., Liotta L., Chiofalo V.: Organic management of dietary rosemary extract in dairy sheep: effects on milk quality and clotting properties. *Vet. Res. Commun.*, 2010, 34 (Suppl. 1), S197-S201.
- [16] Chiofalo V., Liotta L., Fiumanò R., Riolo E. B., Chiofalo B.: Influence of dietary supplementation of *Rosmarinus officinalis* L. on performances of dairy ewes organically managed. *Small Rumin. Res.*, 2012, 104(1-3), 122-128.

- [16] Ciftci O., Tanyildizi S., Godekmerdan A.: Protective effect of curcumin on immune system and body weight gain on rats intoxicated with 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin. *Drug Chem. Toxicol.*, 2010, 33(4), 379-383.
- [17] Devi S., Gandhi K., Sao K., Arora S., Kapila S.: Sheep milk: An upcoming functional food. *SSRN Electron. J.*, 2019, 1-7.
- [18] Drozd J.: Wczoraj i dziś ziołolecznictwa. *Med. Rev.*, 2012, 2, 245-251.
- [19] Duda-Chodak A., Tarko T.: Possible side effects of polyphenols and their interactions with medicines. *Molecules*, 2023, #2536.
- [20] Dyńska D.: Kurkuma jako istotny element dietoterapii. W: Strugała U., Mozgiał-Wiecha K., Roman K. (red.): *Wybrane problemy nauk o zdrowiu*. ArchaeGraph Wydawnictwo Naukowe, Łódź, 2021, 49-70.
- [21] Elbahnasawy A. S., Valeeva E. R., El-Sayed E. M., Rakhimov I. I.: The impact of thyme and rosemary on prevention of osteoporosis in rats. *J. Nutr. Metab.*, 2019, 1-10.
- [22] El-Gogary M. R., El-Said E. A., Mansour A. M.: Physiological and immunological effects of rosemary essential oil in growing rabbit diets. *J. Agric. Sci.*, 2018, 10, 485-491.
- [23] El-Ratel I.T., Tag El-Din H., Bedier M.M.: Effect of dietary addition of curcumin and nano-curcumin on carcass traits, blood haematology and caecal activity of growing rabbits reared under heat stress conditions. *J. Animal Poultry Prod.*, 2020, 11(6), 223-228.
- [24] European Medicines Agency: Assessment report on *Curcuma longa* L., rhizoma. EMA / HMPC / 329745 / 2017, 2017.
- [25] Felkner-Pozniakowska B., Pietrzak-Fiecko R., Kotlarska M., Kacprzak S.: Skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka krów z chowu alkierzowego w okresie letnim i zimowym. *Żywność Nauka Technol. Jakość*, 2012, 1 (80), 81-92.
- [26] Fifi A. C., Axelrod C. H., Chakraborty P., Saps M.: Herbs and Spices in the Treatment of Functional Gastrointestinal Disorders: A Review of Clinical Trials. *Nutrients*, 2018, 10, #1715.
- [27] Formato M., Cimmino G., Brahmi-Chendouh N., Piccolella S., Pacifico S.: Polyphenols for Livestock Feed: Sustainable Perspectives for Animal Husbandry? *Molecules*, 2022, 27, #7752.
- [28] George O. S., Wariboko O. N., Tony I. R.: Effect of Turmeric (*Curcuma longa*) Root Meal on Haematological Parameters of Adult Rabbits. *Afr. J. Agric. Technol. Environ.*, 2018, 7(1), 142-147.
- [29] Gumułka P., Dąbrowska M., Starek M.: Senolityki jako leki czy modne suplementy diety. *Farm. Pol.*, 2021, 77(4), 195-200.
- [30] Güney M., Karaca S., Erdogan S., Kor A., Kale C., Onalan S., Demirel Bingol N. T.: Effects of dietary supplementation with rosemary oil on methanogenic bacteria density, blood and rumen parameters and meat quality of fattening lambs. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2021, 20(1), 794-805.
- [31] Ha N. Y., Ko S. J., Park J. W., Kim J.: Efficacy and safety of the herbal formula Naesohwajung-tang for functional dyspepsia: a randomized, double-blind, placebo-controlled, multi-center trial. *Front. Pharmacol.*, 2023, 14, 1-18.
- [32] Hay E., Lucariello A., Contieri M., Esposito T., De Luca A., Guerra G., Perna A.: Therapeutic effects of turmeric in several diseases: An overview. *Chem. Biol. Interact.*, 2019, 310, #108729.
- [33] Husband A. J.: The immune system and integrated homeostasis. *Immunol. Cell Biol.*, 1995, 73(4), 377-382.
- [34] Iwon D., Babicz M., Kropiwek K., Kasprzak K.: Nutrigenetyka i nutrigenomika w hodowli i produkcji trzody chlewnej. W: *Nauka w służbie przyrodzie – wybrane zagadnienia*. Pod red.: Monika Olszówka, Kamil Maciąg, Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL, Lublin, 2015.
- [35] Jaguzeski A. M., Perin G., Bottari N. B., Wagner R., Fagundes M. B., Schetinger M. R. C., Morsch V. M., Stein C. S., Moresco R. N., Barreta D. A., Danieli B., Defiltra R. C., Schogor A. L.

- B., Da Silva A. S.: Addition of curcumin to the diet of dairy sheep improves health, performance and milk quality. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2018, 246, 144-157.
- [36] Jaiswal L., Ismail H., Worku M.: A Review of the Effect of Plant-derived Bioactive Substances on the Inflammatory Response of Ruminants (Sheep, Cattle, and Goats). *Int. J. Vet. Anim. Med.*, 2020, 3(2), 1-10.
- [37] Jenicek M., Hitchcock D.: *Evidence-Based Practise: Logic and Critical Thinking in Medicine*, American Medical Association Press (AMA Press), 2005. Chapter 4.3, 118-137.
- [38] Jiang Z., Wan Y., Li P., Xue Y., Cui W., Chen Q., Chen J., Wang F., Mao D.: Effect of Curcumin Supplement in Summer Diet on Blood Metabolites, Antioxidant Status, Immune Response, and Testicular Gene Expression in Hu Sheep. *Animals*, 2019, 9, #720.
- [39] Kalds P., Zhou S., Cai B., Liu J., Wang Y., Petersen B., Sonstegard T., Wang X., Chen Y.: Sheep and Goat Genome Engineering: From Random Transgenesis to the CRISPR Era. *Front. Genet.*, 2019, 10, #750.
- [40] Kanoni S., Kumar S., Amerikanou C., Kurth M. J., Stathopoulou M. G., Kontoe M. S., Milanović M., Roig F. J., Beribaka M., Campolo J., Jiménez-Hernández N., Milošević N., Llorens C., Smyrnioudis I., Francino M. P., Milić N., Kaliora A. C., Trivella M. G., Ruddock M. W., Medić-Stojanoska M., Gastaldelli A., Lamont J., Deloukas P., Dedoussis G. V., Visvikis-Siest S.: Nutri-genetic interactions might modulate the antioxidant and anti-inflammatory status in mastitis-supplemented patients with NAFLD. *Front. Immunol.*, 2021, 12, #683028.
- [41] Kapka-Skrzypczak L., Niedźwiecka J., Cyranka M., Kruszewski M. K., Skrzypczak M., Wojtyła A.: Nutrigenetyka – perspektywy żywienia zindywidualizowanego. *Pediatr. Endocrinol. Diabetes Metab.*, 2011, 17, 4, 222-226.
- [42] Kawałko M. J.: *Historie ziołowe*. KAW, 1986, Lublin.
- [43] Kim K., Ko S. J., Cho S. H., Kim J., Park J. W.: Herbal medicine, *Banxia-xixintang*, for functional dyspepsia: a systematic review and meta-analysis. *Front. Pharmacol.*, 2023, 14, 1-29.
- [44] Kłys M., Rojek S.: Znaczenie ekspertyzy toksykologicznej dla wymiaru sprawiedliwości w aspekcie historycznym i współczesnym. *Arch. Med. Sąd. Kryminol.*, 2021, 71(3-4), 95-107.
- [45] Kosewski G., Kowalówka M., Przysławski J.: Profil wybranych kwasów tłuszczowych w mleku kobicym we wczesnym stadium laktacji. *Bromatol. Chem. Toksykol.*, 2020, 53(1), 16-22.
- [46] Kowalska D., Gruczyńska E., Bryś J.: Mleko matki – pierwsza żywność w życiu człowieka. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2015, 96(2), 387-398.
- [47] Kozńska A., Sitkiewicz I.: "Nowe" i "stare" antybiotyki – mechanizmy działania i strategię poszukiwania leków przeciwbakteryjnych. *Kosmos*, 2017, 66(1), 109-124.
- [48] Krzyżewski J., Pyzel B., Bagnicka E.: Czynniki warunkujące wydajność, skład chemiczny, wartość odżywczą i przydatność technologiczną mleka kóz. *Wiad. Zootech.*, 2014, 52 (4), 47-57.
- [49] Labban L.: Medicinal and pharmacological properties of turmeric (*Curcuma longa*): A review. *Int. J. Pharma. Biomed. Sci.*, 2014, 5(1), 17-23.
- [50] Lebedowska A.: Fizjologiczne efekty działania wibracji mechanicznych o charakterze stochastycznym na skład ciała kobiet oceniany metodą bioimpedancyjną. Praca doktorska, Katedra i Zakład Podstawowych Nauk Biomedycznych, 2019.
- [51] Liddle M., Hull C., Liu C., Powell D.: Contact urticaria from curcumin. *Dermatitis*, 2006, 17, 196-197.
- [52] Lu C.D.: Nutritionally related strategies for organic goat production. *Small Ruminant Research*, 2011, 98(1-3), 73-82.
- [53] Madisch A., Holtmann G., Plein K., Hotz J.: Treatment of irritable bowel syndrome with herbal preparations: Results of a double-blind, randomized, placebo-controlled, multi-centre trial. *Aliment Pharmacol Ther.*, 2004, 19(3), 271-279.

- [54] Marcon H., Baldissera M.D., Furlan V.J., Wagner R., Alba D.F., Molosse V.L., Cecere B.G.O., Da Silva A.S.: Curcumin supplementation positively modulates fatty acid profiles in lamb meat. *Small Ruminant Research*, 2020, 190, #106141.
- [55] Marcon H., Griss L.G., Molosse V.L., Cecere B.G.O., Alba D.F., Leal K.W., Galli G.M., Souza C.F., Baldissera M.D., Gundel S., Bassotto V.A., Ourique A.F., Vedovatto M., Da Silva A.S.: Dietary supplementation with curcumin-loaded nanocapsules in lambs: Nanotechnology as a new tool for nutrition. *Anim. Nutr.*, 2021, 7(2), 521-529.
- [56] Markova E.V., Goldina I.A., Goldin B.G., Knyazheva M.A., Savkin I.V.: Turmeric extract in correction of nervous and immune systems functional activity parameters in experimental alcoholism. *Med. Acad. J.*, 2019, 19(1S), 215-217.
- [57] Martysiak-Żurowska D., Żórska K., Zagierski M., Szlagatys-Sidorkiewicz A.: Skład i zawartość kwasów tłuszczowych w mleku kobiet z Gdańska i okolic w różnych okresach laktacji. *Medycyna Wieku Rozwojowego*, 2011, 15, 167-177.
- [58] Miciński J., Pogorzelska J., Kalicka A., Kowalski I.M., Szarek J.: Zawartość kwasów tłuszczowych w mleku krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej z uwzględnieniem ich wieku i fazy laktacji. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 19(4), 136-150.
- [59] Mitura J., Bachanek O., Pawlikowski J.: Odmienność metodologiczna badań nad medycznymi produktami roślinnymi – z perspektywy zaleceń WHO. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 2015, 21(4), 378-382.
- [60] Mojka K.: Charakterystyka mlecznych napojów fermentowanych. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2013, 94(4), 722-729.
- [61] Molik E., Kotowicz G.: Substancje bioaktywne mleka koziego wykorzystywane w medycynie i farmacji. *Rocznik Naukowy Zootechniki*, 2023, 50(1), 3-12.
- [62] Msomi N.Z., Simelane M.B.C.: Herbal Medicine. *Herbal Medicine*, 2019, 11, 1-15.
- [63] Mughal M.H.: Turmeric polyphenols: A comprehensive review. *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*, 2019, 6, 1-6.
- [64] Nieto G., Díaz P., Bañón S., Garrido M.D.: Dietary administration of ewe diets with a distillate from rosemary leaves (*Rosmarinus officinalis* L.): Influence on lamb meat quality. *Meat Sci.*, 2010, 84(1), 23-29.
- [65] Oderinwale O.A., Oluwatosin B.O., Onagbesan M.O., Adekunle E.O., Shuaibu A.Y., Amosu S.D., Adeyemo A.J., Kuye O.M., Olalere J.O., Ajewole I.T.: Effects of dietary inclusion of turmeric (*Curcuma longa* L.) powder on oxidative stress and cortisol concentration in goats during pregnancy and onset of postpartum. *Nigerian Journal of Animal Production*, 2021, 48(6), 374-390.
- [66] Oderinwale O.A., Oluwatosin B.O., Onagbesan M.O., Akinsoyinu A.O., Amosu S.D.: Performance of kids produced by three breeds of goat fed diets supplemented with graded levels of turmeric powder. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2020, 52, 1239-1248.
- [67] Odhaib K.J., Adeyemi K.D., Ahmed M.A., Jahromi M.F., Jusoh S., Samsudin A.A., Alimon A.R., Yaakub H., Sazili A.Q.: Influence of *Nigella sativa* seeds, *Rosmarinus officinalis* leaves and their combination on growth performance, immune response and rumen metabolism in Dorper lambs. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2018, 50(5), 1011-1023.
- [68] Odhaib K.J., Al-Hajjar Q.N., Alallawee M.H.: Incorporation of herbal plants in the diet of ruminants: Effect on meat quality. *Iraqi J. Veter. Med.*, 2021, 45(1), 22-30.
- [69] Odhaib K.J., Ali N.M.J., Abdulameer H.A., Khudhair N.A.: Influence of graded levels of turmeric (*Curcuma longa*) as feed additives alternatives to promote growth and enhance health status in lambs. *Biochem. Cellular Archiv.*, 2021, 21, 3025-3032.
- [70] Pandey A., Rizvi S.I.: Plant secondary metabolites: A review. *Int. J. Food Proper.*, 2015, 18(4), 816-830.

- [71] Pastuszka R., Barłowska J., Litwińczuk Z.: Walory odżywcze i prozdrowotne mleka koziego. *Medycyna Weterynaryjna*, 2015, 71(8), 480-485.
- [72] Pieniak-Lendzion K.: Owce i kozy źródłem żywności funkcjonalnej. *Przegląd Hodowlany*, 2002, 6-10.
- [73] Podany A., Rauchut J., Wu T., Kawasawa Y.I., Wright J., Lamendella R., Soybel D.I., Kelleher S.L.: Excess dietary zinc intake in neonatal mice causes oxidative stress and alters intestinal host-microbe interactions. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2019, 63(3), #1800947.
- [74] Posadas S.J., Caz V., Largo C., De la Gándara B., Matallanas B., Reglero G., De Miguel E.: Protective effect of supercritical fluid rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on antioxidants of major organs of aged rats. *Experimental Gerontology*, 2009, 44(6-7), 383-389.
- [75] Pretorius P.J.: Homeostasis and control-integration as basic principles in the physiology of man. *Koers – Bulletin for Christian Scholarship*, 1977, 42(6), 441-472.
- [76] Przeniosło-Siwczyńska M., Kwiatek K.: Dlaczego zakazano stosowania w żywieniu zwierząt antybiotykowych stymulatorów wzrostu? *Życie Weterynaryjne*, 2013, 88(2), 104-108.
- [77] Rahbardar M.G., Hosseinzadeh H.: Therapeutic effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and its active constituents on nervous system disorders. *Iranian J. Basic Medi. Sci.*, 2022, 23(9), #1100.
- [78] Reczyńska D., Zalewska M., Czopowicz M., Kaba J., Zwierzchowski L., Bagnicka E.: Acute phase protein levels as an auxiliary tool in diagnosing viral diseases in ruminants – a review. *Viruses*, 2018, 10(9), #502.
- [79] Ribeiro F.M., Vieira L.B., Pires R.G., Olmo R.P., Ferguson S.S.: Metabotropic glutamate receptors and neurodegenerative diseases. *Pharmacol. Res.*, 2017, 115, 179-191.
- [80] Rutkowska E., Tambor K., Rutkowska J., Stołyhwo A.: Charakterystyka prozdrowotnych kwasów tłuszczowych tłuszczu mlecznego. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2015, 96(2), 377-386.
- [81] Sahdeo P., Aggarwal B.B.: Turmeric, the golden spice. W: *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*, 2nd ed., 2011.
- [82] Sánchez-Camargo A.P., Herrero M.: Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) as a functional ingredient: Recent scientific evidence. *Curr. Opin. Food Sci.*, 2017, 14, 13-19.
- [83] Serrano R., Jordán M.J., Bañón S.: Use of dietary rosemary extract in ewe and lamb to extend the shelf life of raw and cooked meat. *Small Ruminant Res.*, 2014, 116(2-3), 144-152.
- [84] Shahidi F., Ambigaipalan P.: Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *J. Funct. Foods*, 2015, 18, 820-897.
- [85] Shokrollahi B., Amini F., Fakour S., Andi M.A.: Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on weight, hematology and cell-mediated immune response of newborn goat kids. *J. Agric. Rural Develop. Trop. Subtrop.*, 2015, 116(1), 91-97.
- [86] Simões J., Abecia J.A., Cannas A., Delgado J.A., Lacasta D., Voigt K., Chemineau P.: Review: Managing sheep and goats for sustainable high yield production. *Animal*, 2021, 15(1), #100293.
- [87] Smeti S., Hajji H., Bouzid K., Abdelmoula J., Muñoz F., Mahouachi M., Atti N.: Effects of *Rosmarinus officinalis* L. as essential oils or in form of leaves supplementation on goat's production and metabolic statute. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2015, 47, 451-457.
- [88] Smeti S., Hajji H., Mekki I., Mahouachi M., Atti N.: Effects of dose and administration form of rosemary essential oils on meat quality and fatty acid profile of lamb. *Small Ruminant Research*, 2018, 158, 62-68.
- [89] Sobotka W., Micinski J., Wróblewski P., Zmierzchowski G.: Wpływ systemu żywienia tradycyjnego i TMR na pobranie paszy przez krowy, ich wydajność, skład mleka i jego jakość higieniczną. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 2011, 7(4), 87-96.

- [90] Strothmann A.L., Berne M.E.A., Capella G.A., de Moura M.Q., da Silva Terto W.D., da Costa C.M., Pinheiro N.B.: Antiparasitic treatment using herbs and spices: A review of the literature of the phytotherapy. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, 2022, 11(44), e004722.
- [91] Susilawati S., Syahrir S., Natsir A., Rahman T., Hakim M.A.H.: Effect of supplementation of turmeric (*Curcuma domestica*) in local feed-based goat rations on in vitro digestibility. *Hasanuddin J. Anim. Sci.*, 2024, 6(2), 93–103.
- [92] Świerczyńska M.K., Kręcisz B.: Occupational skin changes in persons working in contact with food spices. *Medycyna Pracy*, 1998, 49, 187-190.
- [93] Szczygieł H.: Co daje picie wody z kurkumą na czczo? <https://zywienie.medonet.pl/produkty-spozywcze/napoje/co-daje-picie-wody-z-kurkuma-na-czczo/bw6dz39> [dostęp: 2024.10.16, godz. 12:56].
- [94] Tan N., Gwee K.A., Tack J., Zhang M., Li Y., Chen M., Xiao Y.: Herbal medicine in the treatment of functional gastrointestinal disorders: A systematic review with meta-analysis. *J. Gastroenterol. Hepatol.*, 2020, 35(4), 544-556.
- [95] Terlikowska K., Witkowska A., Terlikowski S.: Kurkumina w chemoprewencji raka piersi. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 2014, 68, 571-578.
- [96] Urbańska D.M., Kurhaluk N., Tkaczenko H., Rutkowska K., Kawecka-Grochocka E., Brzozowska P., Czopowicz M., Mickiewicz M., Kaba J., Bagnicka E.: Effects of turmeric and rosemary extract on oxidative stress markers in goats. *Animals*, 2025, 15(3), #369.
- [97] Urbańska D.M., Pawlik M., Korwin-Kossakowska A., Czopowicz M., Rutkowska K., Kawecka-Grochocka E., Mickiewicz M., Kaba J., Bagnicka E.: Effect of supplementation with *Curcuma longa* and *Rosmarinus officinalis* extract mixture on acute phase protein, cathelicidin, defensin and cytolytic protein gene expression in the livers of young castrated Polish White Improved bucks. *Genes*, 2023a, 14, #1932.
- [98] Urbańska D.M., Pawlik M., Korwin-Kossakowska A., Rutkowska K., Kawecka-Grochocka E., Czopowicz M., Mickiewicz M., Kaba J., Bagnicka E.: Effect of supplementation with the mixture of dry *Curcuma longa* and *Rosmarinus officinalis* extracts on selected cytokine gene expressions in the liver of young castrated bucks of Polish White Improved breed. *Animals*, 2023b, 13(22), #3489.
- [99] Urbańska D.M., Pawlik M., Korwin-Kossakowska A., Rutkowska K., Kawecka-Grochocka E., Czopowicz M., Mickiewicz M., Kaba J., Bagnicka E.: Effect of supplementation with a mixture of *Curcuma longa* and *Rosmarinus officinalis* extracts on growth performance, meat quality and lipid metabolism gene expressions in young castrated Polish White Improved bucks. *J. Anim. Feed Sci.*, 2024, 33(1), 111-118.
- [100] Verma R.K.: Medicinal properties of turmeric (*Curcuma longa* L.): A review. *Int. J. Chem. Stud.*, 2018, 6(4), 1888-1895.
- [101] Verma S., Singh S.P.: Current and future status of herbal medicines. *Veterinary World*, 2008, 1(11), 347-350.
- [102] von Arnim U., Peitz U., Vinson B., Gundermann K.-J., Malfertheiner P.: STW 5, a phytopharmakon for patients with functional dyspepsia: Results of a multicenter, placebo-controlled double-blind study. *Am. J. Gastroenterol.*, 2007, 102(6), 1268-1275.
- [103] Wang L., Zhang R.M., Liu G.Y., Wei B.L., Wang Y., Cai H.Y., Li F.-S., Zheng S.-P., Wang G.: Chinese herbs in treatment of influenza: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Respiratory Medicine*, 2010, 104(9), 1362-1369.
- [104] Warguła J.: Zarys historii syntezy leków ze szczególnym uwzględnieniem leków przeciwnowotworowych i przeciwbakteryjnych. *Prosp. Pharma. Sci.*, 2022, 20(3), 1-10.
- [105] Wink M.: *Biochemistry of Plant Secondary Metabolism*. Annual Plant Reviews, 40. Wiley-Blackwell, 2010.

- [106] Wojan K.: Wybrane wiadomości z etnobotaniki i etnofarmacji. Karty z dziejów lecznictwa naturalnego. *Studia Rossica Gedanensia*, Uniwersytet Gdański, 2017, 4, 435-482.
- [107] Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I.: Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.*, 2008, 78, 343-358.
- [108] Yildirim-Elikoglu S., Erdem Y.K.: Interactions between milk proteins and polyphenols: Binding mechanisms, related changes, and the future trends in the dairy industry. *Food Reviews International*, 2018, 34(7), 665-697.
- [109] Zalewska M., Kapusta A., Kawecka-Grochocka E., Urbańska D.M., Czopowicz M., Kaba J., Brzozowska P., Bagnicka E.: Effect of supplementation with organic selenium or turmeric and rosemary mixture on beta-defensin content in goat milk. *Animals*, 2022, 12(21), #2948.
- [110] Zhang Q., Chen L., Guo K., Zheng L., Liu B., Yu W., Guo C., Liu Z., Chen Y., Tang Z.: Effects of different selenium levels on gene expression of a subset of selenoproteins and antioxidative capacity in mice. *Biological Trace Element Research*, 2013, 154, 255-261.

**THE EFFECT OF THE SUPPLEMENTATION OF A DIET WITH ROSEMARY AND / OR
TURMERIC EXTRACT ON IMMUNOREGULATORY FUNCTIONS AND QUALITY
CHARACTERISTICS IN SMALL RUMINANTS**

S u m m a r y

Background. Nutrition is one of the key factors influencing the homeostasis of the body. Bioactive and nutritional components affect metabolic processes and can improve the functioning of the immune system. Products consumed provide water, building materials and energy to cells, which are necessary for their proper functioning. As early as in ancient times, Socrates and Hippocrates drew attention to a diet as a key element related to maintaining health. Currently, there is a growing interest in functional food and the use of herbal preparations in the prevention and / or treatment of diseases. The current challenge for scientists is to search for safe dietary supplements with properties that have a beneficial effect on the immune system and production characteristics of farm animals.

Results and conclusions. One of the interesting organic compounds characterized by the above properties are polyphenols. They exhibit anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial and antiparasitic properties. These compounds are secondary metabolites of plants, which are produced and secreted by them during immune defense. Small ruminants play a significant socio-economic role worldwide. They are a source of meat and milk, from which a whole range of dairy products with properties different than milk are made. Given that many functions and physicochemical processes occurring in the body of small ruminants can be an animal model for humans, the aim of the study is to analyze the current state of knowledge regarding the influence of polyphenols contained in rosemary and turmeric on production characteristics (milk yield and composition), fattening utility and meat quality, rumen parameters and the immune system of goats and sheep.

Key words: dairy ruminants; polyphenols, milk, meat, blood ☒