

UPOTREBA ALGI U HRANIDBI MALIH PREŽIVAČA

THE USE OF ALGAE IN THE SMALL RUMINANT NUTRITION

Željka Klir Šalavardić, J. Novoselec, Danijela Samac, M. Ronta, Z. Antunović

Pregledni znanstveni članak - Review scientific paper
Primljeno - Received: 01. travanj – April 2025
Revidirano - Revised: 27. svibanj – May 2025
Prihvaćeno - Accepted: 03. lipanj – June 2025
<https://doi.org/10.33128/k.67.1.6>
UDK 636.3.084:582.261/.279

SAŽETAK

Cilj je ovoga rada iz dostupne znanstvene literature istražiti mogućnost upotrebe algi u hranidbi malih preživača te istražiti utjecaj na proizvodnju i kvalitetu proizvoda. Kemijski sastav različitih vrsta algi najviše se razlikuje u pogledu sadržaja bjelančevina i masti te u koncentraciji masnih kiselina. Najpoznatije alge korištene u hranidbi malih preživača su *Chlorella vulgaris* i *Spirulina platensis*, kao izvori bjelančevina i dobro izbalansiranih aminokiselina. Alge su vrlo bogate dugolančanim polinezasićenim masnim kiselinama iz skupine n-3 (eikozapentaenska — EPA i dokozaheksaenska — DHA), osobito alge iz roda *Schizochytrium* i *Aurantiochytrium*. Dodatak 5 g/dan *Schizochytrium limacinum* u obroke za koze nije rezultirao značajnim promjenama proizvodnje mlijeka, ali je doveo do povećanja konjugirane linolne masne kiseline (CLA, C18:2 c9t11) te povećanja DHA, kao i do smanjenja omjera n-6/n-3 u mlijeku. Dodatak *Chlorella vulgaris* od 5 i 10 g/dan imao je povoljan utjecaj na proizvodnju mlijeka te povećanje CLA u mlijeku koza. U istraživanjima s janjadi i 2,5 % algi (*Aurantiochytrium limacinum*) u krmnim smjesama nisu utvrđene značajne razlike dnevne konzumacije, prosječnih dnevnih prirasta te tjelesne mase prije klanja. U istraživanju je utvrđeno povećanje EPA i DHA u intramuskularnoj masti janjadi hranjene krmnim smjesama s dodatkom algi. Dodatak algi, u obrocima, kao što je to dodatak *Asparagopsis taxiformis*, utječe na smanjenje proizvodnje metana u probavnome sustavu malih preživača. U budućim istraživanjima potrebno je provesti detaljnija ispitivanja utjecaja različitih vrsta i količina algi u obroku na proizvodne pokazatelje i metabolički profil te provesti analizu ekonomske isplativosti upotrebe algi u hranidbi ovaca i koza.

Ključne riječi: alge, hranidba, ovce, koze, masne kiseline

UVOD

Posljednjih godina aktualna su istraživanja dodatka alternativnih krmiva u obroke domaćih životinja kao zamjena za soju i njezine nusproizvode te kao zamjena za krmiva koja se koriste i u prehrani ljudi. Navedeno je od izuzetne važnosti s obzirom na to da se procjenjuje porast ljudske populacije na

9,8 milijardi do 2050., odnosno 11,2 milijardi 2100. godine (United Nations, 2017.). Alge predstavljaju alternativan izvor bjelančevina i masti u hranidbi životinja (Kotrbaček i sur., 2015.), a mogu biti podijeljene u makroalge (morski korov) i mikroalge, odnosno jednostanične mikroorganizme poznate kao fitoplankton (Harahap i sur., 2024.). Mikroalge

doc. dr. sc. Željka Klir Šalavardić, e-mail: zeljka.klir@fazos.hr, orcid.org/0000-0003-4078-6864; Prof. dr. sc. Josip Novoselec, e-mail: josip.novoselec@fazos.hr, orcid.org/0000-0001-9763-3522; izv. prof. dr. sc. Danijela Samac, e-mail: dsamac@fazos.hr, orcid.org/0000-0001-9277-3710; doc. dr. sc. Mario Ronta, e-mail: mronta@fazos.hr, orcid.org/0000-0003-0858-7566; Prof. dr. sc. Zvonko Antunović, e-mail: Zvonko.Antunovic@fazos.hr, orcid.org/0000-0002-4922-705X; Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska

su prokariotski ili eukariotski fotosintetski organizmi koji imaju sposobnost pretvoriti ugljikov dioksid, sunčevu svjetlost i anorganske tvari u biomasu bogatu hranjivim tvarima, odnosno mastima, bjelančevinama, ugljikohidratima, glikoproteinima i energijom (Hudek i sur., 2014.). Najistraživanije su vrste algi koje se mogu koristiti kao dodatak u hranidbi domaćih životinja, a osobito malih preživača, iz roda *Chlorella* i *Spirulina* (Kholif i Olafadehan, 2021.) s obzirom na njihovu visoku hranidbenu vrijednost, odnosno povoljan kemijski sastav (Zhu i sur., 2024.). *Chlorella vulgaris* sadrži 591 g/kg suhe tvari (ST-a) sirovih bjelančevina te sirovih masti u količini od 134,4 g/kg ST-a (Kholif i sur., 2017.a), kao i dobro izbalansiran udio esencijalnih aminokiselina. Prema Kholifu i Olafadehanu (2021.), morske mikroalge jedan su od prirodnih izvora hranjivih tvari, a pritom imaju važnu ulogu i u održivoj proizvodnji preživača. Uz navedeno, poznata je i mikroalga iz roda *Schizochytrium* bogata dugolančanim n-3 polinezasićenim masnim kiselinama (n-3 PUFA; Zisis i sur., 2022.), koja se može koristiti kao dodatak u hranidbi malih preživača sa svrhom obogaćivanja animalnih proizvoda zdravstveno poželjnim masnim kiselinama (Pajor i sur., 2021.). S druge strane, utvrđeno je kako makroalge (zeleni, crveni i smeđi morski korov) imaju sposobnost smanjenja proizvodnje metana podrijetlom iz buraga, ovisno o vrsti algi i sekundarnih metabolita u algama (Min i sur., 2021.).

Cilj je ovoga rada iz dostupne znanstvene literature istražiti mogućnost upotrebe algi u hranidbi malih preživača te istražiti utjecaj na njihovu proizvodnju i kvalitetu proizvoda.

KEMIJSKI SASTAV I HRANIDBENA VRIJEDNOST ALGI

Kemijski sastav različitih vrsta algi najviše se razlikuje u pogledu sadržaja bjelančevina i masti te u sastavu masnih kiselina (Costa i sur., 2022.). Neke vrste algi bogate su bjelančevinama (> 50 %, Tablica 1), kao na primjer *Chlorella vulgaris* i *Spirulina platensis*, koje su vrlo poznate u hranidbi malih preživača kao izvor bjelančevina, ali i esencijalnih aminokiselina koje su dobro izbalansirane, osobito u *Chlorella vulgaris* (Kholif i sur., 2017.a). Navedena alga poznata je kao bogat izvor hranjivih tvari, uključujući bjelančevine, vitamine, minerale i razne bio-

aktivne sastojke, poput karotenoida, klorofila i polisaharida, a svi oni doprinose brojnim terapijskim učincima koje imaju alge (Panahi i sur., 2016.). S druge pak strane, postoje i vrste algi koje su bogati izvor lipida, kao na primjer alge iz roda *Schizochytrium* i *Aurantiochytrium*, čiji udio masti može prelaziti i 50 odnosno 60 % (Gómez-Cortés i sur., 2021.; Zisis i sur., 2022.). Od masti se najviše ističu dugolančane masne kiseline, dokozapentaenska (DPA, C22:5) i dokozahexaenska (DHA, C22:6), iz skupine n-3 PUFA, koje djeluju blagotvorno na zdravlje ljudi i životinja, a u visokim se koncentracijama nalaze u algama iz roda *Schizochytrium* i *Aurantiochytrium* (Pajor i sur., 2021.; Gómez-Cortés i sur., 2021.; Tablica 2.). Često istraživane alge, kao što su alge iz roda *Asparagopsis* i *Ascophyllum*, bogat su izvor minerala (Costa i sur., 2022.; Frazzini i sur., 2024.). Neville i sur. (2022.) utvrdili su kako bi se *Lithothamnion calcareum* mogla koristiti u zamjenu za vapnenac koji se dodaje u krmne smjese za preživače kao izvor kalcija. *Chlorella vulgaris* bogat je izvor vitamina B kompleksa, vitamina A (β -karotena) i E (tokoferola) te željeza, kalcija, magnezija i cinka (Mendes i sur., 2024.).

Alge mogu biti izvor teških metala kao što su živa, kadmij, olovo i arsen, koji u mikroalgama povećavaju njihovu toksičnost, pa stoga njihova konzumacija može dovesti do nakupljanja teških metala u organizmu životinja (Mendes i sur., 2024.). Alge mogu sadržavati i neke antinutritivne tvari poput fitata i oksalata, koji vežu minerale te smanjuju njihovu bioraspoloživost u organizmu (Karima i sur., 2019.). Neke vrste makroalga mogu imati visoke koncentracije joda, koje bi mogle biti toksične ako ih životinje konzumiraju u prekomjernim količinama (Costa i sur., 2022.). Mikroalge proizvode različite metabolite koji ih štite od nepovoljnih uvjeta, kao što su polisaharidi, aminokiseline, enzimi, antibiotici (klorelin) i neke otrovne tvari koje mogu štetno djelovati na gljivice u buragu (Perveen i sur., 2022.). Kholif i sur. (2017.a) utvrdili su kako je dodatak algi (*Chlorella vulgaris*, 20 mg/g ST-a) koje su bogate bjelančevinama u obroke, krmne smjese i voluminoze omjera 25:75, rezultirao povećanjem proizvodnje plinova *in vitro* prilikom inkubacije u buragu, što sugerira pojačanu mikrobnu aktivnost. Međutim, dodatak više razine (40 i 80 mg/g ST-a) navedene mikroalge pokazao je negativan utjecaj na rast mikroba, protozoe i gljivica, što se očitovalo smanjenom fermentacijom u sadržaju buraga u uvjetima *in vitro*.

PROIZVODNJA I KVALITETA MLIJEKA

Istraživanja su pokazala kako dodaci različitih vrsta algi u obrocima ovaca i koza mogu imati utjecaj na proizvodnju i kvalitetu kozjega odnosno ovčjega mlijeka (Tablica 3.) obogaćenoga zdravim mastima (Tablica 4.). Kyriakaki i sur. (2024.) hranili su koze u ranoj laktaciji dodatkom mikroalgi (20 i 40 g/dan/koza *Schizochytrium* sp.) u obroke s različitim udjelom koncentriranih i voluminoznih krmiva. Utvrđena je lošija konzumacija obroka s dodatkom mikroalgi, kao i smanjena probavljivost bjelančevina u tankome crijevu. Smanjena konzumacija obroka bila je utvrđena i u istraživanju Kyriakaki i sur. (2023.) pri hranidbi koza dodatkom 60 g/dan/koza mikroalgi *Schizochytrium* sp. Autori su objasnili kako bi navedeno moglo biti uslijed povećanja si-

rovih masti ili pojave ribljega okusa, koji se javlja s povećanim udjelom algi u obroku. Poznato je da PUFA-e smanjuju ekspresiju gena koji sudjeluju u regulaciji metabolizma lipida, no u istraživanju Kyriakaki i sur. (2024.) utvrđeno je kako se taj nedostatak može nadomjestiti višim udjelom krmnih smjesa u obroku na račun voluminoznih krmiva (60:40). Viši udio mikroalgi, kao izvora PUFA, u kombinaciji s višim udjelom krmne smjese, pozitivno utječe na ekspresiju gena za sintezu enzima koji sudjeluju u elongaciji masnih kiselina (elongaza dugolančanih masnih kiselina) i sintezi masnih kiselina *de novo* (acetyl-CoA karboksilaza alfa, sintetaza masnih kiselina itd.) u masnome tkivu koza. Navedeno bi moglo biti učinkovita praksa na mliječnim farmama koza prilikom proizvodnje mlijeka obogaćenoga n-3

Tablica 1. Kemijski sastav (%) različitih vrsta algi koje se koriste u hranidbi malih preživača

Table 1 Chemical composition (%) of the different types of algae used in the small ruminant nutrition

Vrsta algi Algae type	Sirove bjelančevine Crude protein	Sirove masti Crude fat	Pepeo Ash	NDF	Izvor Source
<i>Chlorella vulgaris</i>	67,7	1,05	5,1 ¹	12,8	Tsiplakou i sur. (2018.)
<i>Schizochytrium</i> sp.	16,7	52,0	8,8	36,9 ²	Zisis i sur. (2022.)
<i>Aurantiochytrium limacinum</i>	13,5	68,9	1,4	-	Gómez-Cortés i sur. (2021.)
<i>Asparagopsis</i> sp.	18,3	3,0	50,4	27,2	Costa i sur. (2022.)
<i>Spirulina platensis</i>	62,48	1,05	7,55	1,92	Al-Yahyaey i sur. (2023.a)
<i>Ascophyllum nodosum</i>	6,93	1,79	25,33	-	Frazzini i sur. (2024.)

¹Lamminen i sur. (2019.), ²Moate 2013.; NDF — neutralna deterdžentska vlakna / NDFs—neutral detergent fibers

Tablica 2. Koncentracije masnih kiselina različitih vrsta algi koje se koriste u hranidbi malih preživača

Table 2 Fatty acid concentrations in the different types of algae used in the small ruminant nutrition

Masne kiseline, g/100g MK Fatty acids, g/100g MK	<i>Schizochytrium limacinum</i> ¹	<i>Schizochytrium spp.</i> ²	<i>Spirulina platensis</i> ³	<i>Ascophyllum nodosum</i> ⁴	<i>Chlorella vulgaris</i> ⁵	<i>Aurantiochytrium limacinum</i> ⁶
C14:0	7,28	4,3	0,27	9,92	1,67	7,17
C16:0	59,10	11,2	44,9	12,8	42,63	58,80
C18:0	2,04	0,2	0,55	1,01	2,87	1,38
C18:1 n-9	0,71	0,0	7,48	32,7	12,21	-
C18:2 n-6	0,13	0,0	12,8	8,59	20,43	-
C18:3 n-3	0,10	0,1	1,3	3,72	-	-
C18:3 n-6	-	-	20,3	0,19	5,78	-
C20:5 n-3	-	0,5	1,8	6,85	-	0,36
C22:5 n-6	-	7,9	-	0,18	-	3,24
C22:6 n-3	30,10	21,8	-	2,01	-	22,66

¹Pajor i sur. (2021.), ²Zisis i sur. (2022.), ³Roohani i sur. (2019.), ⁴Samarasinghe i sur. (2021.), ⁵Mane i sur. (2025.), ⁶Gómez-Cortés i sur. (2021.); MK — masne kiseline / MK — fatty acids

PUFA-ma. U istraživanju Mavrommatisa i Tsiplakou (2020.) 20 g *Schizochytrium* sp./dan/koza, u kombinaciji s omjerom voluminoznih i koncentriranih krmiva 50/50, može obogatiti kozje mlijeko n-3 PUFA-ma bez negativnoga utjecaja na kemijski sastav mlijeka.

U istraživanju Pajora i sur. (2023.) koze su bile hranjene pašom i krmnim smjesama s dodatkom mikroalge *Schizochytrium limacinum* 5 g/dan tijekom 52 dana. Nisu utvrđene značajne razlike proizvedene količine te kemijskoga sastava, kao ni senzorskih svojstava kozjega mlijeka. Autori su utvrdili utjecaj algi na pojedine masne kiseline kozjega mlijeka ($p < 0,001$), odnosno na povećanje konjugirane lino-lne masne kiseline (CLA, C18:2 c9t11; 0,88 u odnosu na 0,62 g/100g), povećanje dugolančane masne kiseline DHA (0,25 u odnosu na 0,06 g/100g) te smanjenje omjera n-6/n-3 (1,47 u odnosu na 1,92). Konverzija α -linolenske kiseline (ALA, C18:3 n-3) u DHA je u sisavaca vrlo niska i stoga je poželjnija direktna konzumacija DHA u prehrani ljudi putem namirnica koje su bogat izvor ove masne kiseline. U istome je istraživanju utvrđen transfer DHA iz algi u mlijeko od 18,42 % 6. tjedna istraživanja te je bio konstantan tijekom cijeloga istraživanog razdoblja (Pajor i sur., 2023.). Slično je istraživanje provedeno u radu Pajora i sur. (2021.), u kojem su koze bile hranjene s 1600 g sijena i 600 g krmne smjese s dodatkom od 10 g/dan/koza mikroalgi *Schizochytrium limacinum* tijekom 35 dana. Količina i kemijski sastav nisu bili promijenjeni dodatkom mikroalgi u hranidbi koza. U mlijeku koza hranjenih algama utvrđeno je značajno ($p < 0,05$) povećanje CLA (0,99 u odnosu na 0,65 g/100g) te DHA (0,32 u odnosu na 0,04 g/100g), kao i učinkovitost prijenosa DHA 21. dana od 8 % i 35. dana istraživanja od 12 %. Broj somatskih stanica u mlijeku značajno je smanjen pod utjecajem hranidbe s dodatkom algi (5,34 u odnosu na 5,73 log stanica/ml mlijeka), koji je bio vidljiv već 14. dana istraživanja. Autori su izvjestili da bi navedeno moglo biti zbog protuupalnih procesa koji se odvijaju unutar mliječne žlijezde koza koje su bile hranjene algama. Dokozaheksaenska kiselina u algama, koja je uključena u fosfolipide mliječne žlijezde, razlog je poboljšanju imuniteta epitelnih stanica s obzirom na to da je vidljivo smanjena upalna reakcija mliječne žlijezde (Pajor i sur., 2021.). Navedena hranidba s 10 g algi u obroku doprinijela je i očuvanju koncentracije kratkolančanih masnih kiselina od C4:0 do C12:0. Specifična aroma kozjega mlijeka proizlazi od kratkolančanih masnih kiselina, kao što su kapronska (C6:0), kaprilna (C8:0) i kaprinska (C10:0; Božanić i sur., 2002.).

Kholif i sur. (2017.b) dodavali su mikroalge (*Chlorella vulgaris*) u obroke koza pasmine damask u količini od 5 i 10 g/dan/koza tijekom 12 tjedana. Navedene mikroalge sadržavale su 515 g/kg ST-a sirovih bjelančevina i 122 g/kg ST-a sirovih masti. Obroci su bili izbalansirani u pogledu energije i bjelančevina. Autori su utvrdili povećanje ($p < 0,001$) probavljivosti ST-a obroka s algama (64 %) u odnosu na kontrolnu skupinu (62 %) te smanjenje ($p = 0,002$) koncentracije kolesterola u krvnome serumu koza hranjenih s 10 g algi (145 u odnosu na 164 g/dl). Isto tako, povećana je ($p < 0,001$) i proizvedena količina mlijeka s 1059 na 1190 g/dan u koza koje su bile hranjene s 10 g mikroalgi. Navedeno je uslijedilo zbog veće probavljivosti, ali i konzumacije ST-a u koza navedene skupine u odnosu na kontrolnu (1301 u odnosu na 1150 g/dan). Autori su izvjestili kako bi navedeno moglo biti zbog poboljšanja kinetike fermentacije u buragu koza. U istome je istraživanju povećana koncentracija CLA u mlijeku koza koje su bile hranjene nižom i višom razinom algi u obroku. *Chlorella vulgaris* u obrocima koza nije rezultirala promjenama u količini mlijeka i kemijskome sastavu u istraživanju Tsiplakou i sur. (2018.), koji su u obroke koza dodavali 10 g *Chlorella vulgaris*/kg krmne smjese, pri čemu je dnevna konzumacija mikroalgi iznosila u prosjeku 5,15 g *Chlorella vulgaris*/kg ST-a. Autori nisu utvrdili značajne razlike u koncentracijama masnih kiselina, kao ni koncentracije malondialdehida (MDA) u mlijeku, što je vjerojatno rezultat male količine dodatka algi u krmnim smjesama. Međutim, porasla je aktivnost enzima superoksid-dismutaze (SOD; $p < 0,05$) u mlijeku za 68,8 %, te je utvrđeno smanjenje proteinskih karbonila, koji su ujedno i proizvodi oksidacijskoga oštećenja proteina, a njihova povišena koncentracija ukazuje na oksidacijski stres u organizmu (Ajduković i sur., 2018.). Prema tome, navedena hranidba koza može dovesti do bolje oksidacijske i organoleptičke stabilnosti mlijeka.

Istraživanje dodatka *Schizochytrium* sp. u obroke ovaca prikazano je u radu Zisisa i sur. (2022.), pri čemu su ovce konzumirale 1,83 kg sijena lucerne i 1,83 kg krmnih smjesa s dodatkom 20, 30 i 40 g algi/dan/ovca. Udio masti u mlijeku ovaca hranjenih s 30 i 40 g algi značajno je smanjen ($p < 0,01$; 5,53 i 5,05 u odnosu na 6,40 %). Navedeno je u skladu s tvrdnjom da dodaci u obrocima koji su bogati PUFA-ma mogu utjecati na biohidrogenaciju u buragu te dovesti do smanjenja mliječne

Tablica 3. Količina i kemijski sastav mlijeka koza i ovaca hranjenih dodatkom algi u obrocima

Table 3 The yield and chemical composition of milk from the goats and ewes fed with the algae-containing diets

Parametar, %	<i>Chlorella vulgaris</i> *							<i>Schizochytrium sp.</i> **				
	Kholif i sur. (2017.b)				Tsiplakou i sur. (2018.)			Zisis i sur. (2022.)				
	KON	5 g/d	10 g/d	p- vrijednost ¹ p-value	KON	10 g/kg ²	p- vrijednost p-value	KON	20 g/d	30 g/d	40 g/d	p- vrijednost p-value
Količina mlijeka, kg Milk yield, kg	1,06	1,17	1,19	< 0,001	1,77	1,77	nz	1,62	1,50	1,66	1,61	nz
Kemijski sastav, % / Chemical composition, %												
Bjelančevine Proteins	3,23	3,30	3,29	0,138	2,80	2,93	nz	6,70 ^a	6,53 ^{ab}	6,18 ^b	6,31 ^{ab}	< 0,05
Masti Fats	3,50	3,39	3,35	0,012	3,26	3,60	nz	6,40 ^a	5,89 ^{ab}	5,53 ^{bc}	5,05 ^c	< 0,01
Laktoza Lactose	4,38	4,65	4,74	0,002	4,56	4,63	nz	4,50	4,60	4,67	4,58	nz
STBM	8,43	8,77	8,86	0,003	-	-	-	11,96	11,89	11,64	11,65	nz

*koze / goats, **ovce / sheep, ¹linearni utjecaj / linear effect; ²krmne smjese / feed mixtures; KON — kontrolna skupina / KON—Control Group, STBM — suha tvar bez masti / STBM—non-fat dry matter, nz — nije značajno / nz—not significant

Tablica 4. Koncentracija masnih kiselina u mlijeku koza i ovaca hranjenih dodatkom algi u obrocima

Table 4 The concentration of fatty acids in the milk of goats and ewes fed with the algae-containing diets

Masne kiseline, g/100g MK Fatty acids, g/100g MK	Pajor i sur. (2019.)* <i>Schizochytrium limacinum</i>		Zisis i sur. (2022.)** <i>Schizochytrium sp.</i>				Tsiplakou i sur. (2018.)* <i>Chlorella vulgaris</i>		Poti i sur. (2015.)* <i>Chlorella kessleri</i>	
	Kontrolna Control	15 g/d	Kontrolna Control	20 g/d	30 g/d	40 g/d	Kontrolna Control	10 g/kg KS	Kontrolna Control	3 % KS-a
C6:0	0,11	0,15	2,92	2,96	3,08	2,98	2,62	2,59	2,12	2,03
C8:0	1,08	1,27	2,60	2,76	2,91	2,71	2,82	2,69	3,03	2,93
C10:0	6,09 ^b	8,27 ^a	8,37	8,60	9,01	8,32	11,83	11,37	12,43	11,98
C12:0	3,04 ^b	3,89 ^a	5,05	5,44	5,40	5,16	4,74	4,35	5,26	5,15
C14:0	9,72 ^b	12,51 ^a	13,06	13,86	14,38	14,40	10,34	10,46	11,28	11,42
C16:0	32,24 ^b	39,59 ^a	28,74	28,13	30,36	30,90	28,40 ^b	32,42 ^a	33,56	31,09
C18:0	13,59 ^a	7,64 ^b	7,47 ^a	4,28 ^b	2,46 ^c	1,72 ^c	9,03	8,40	6,18	5,85
C18:1 n-9	24,77 ^a	17,29 ^b	18,51 ^a	13,19 ^b	9,12 ^c	8,24 ^c	17,35	16,30	12,66	13,79
C18:2 n-6	2,49 ^a	1,78 ^b	2,65 ^a	2,34 ^b	2,06 ^c	2,00 ^c	2,46	2,18	3,29	3,59
C18:2 c9t11	-	-	0,53 ^b	2,19 ^a	2,36 ^a	3,13 ^a	0,72 ^a	0,53 ^b	-	-
C18:3 n-3	0,71	0,59	0,46	0,45	0,43	0,35	0,60	0,53	0,88	1,17
C20:5 n-3	0,03	0,03	0,01 ^b	0,01 ^b	0,04 ^{ab}	0,08 ^a	-	-	0,03	0,07
C22:5 n-6	0,13 ^a	0,08 ^b	0,01 ^c	0,03 ^{bc}	0,08 ^b	0,17 ^a	-	-	-	-
C22:6 n-3	0,00 ^b	0,40 ^a	0,00 ^d	0,50 ^c	0,87 ^b	1,06 ^a	-	-	0,02	0,04

*koze / goats, **ovce / ewes, KS — krmna smjesa / KS—feed mixture; ^{a,b,c,d}p < 0,05

masti (Bauman i sur., 2001.). Navedena hranidba dodatkom algi doprinijela je povećanju CLA, DPA i DHA, smanjenju oleinske (C18:1 n-9) i linolne (LA, C18:2 n-6) te smanjenju stearinske (C18:0, $p < 0,001$) kiseline. U skupini ovaca s dodatkom od 40 g utvrđen je oksidativni odgovor s obzirom na to da je povećana koncentracija MDA u krvnoj plazmi ($p < 0,05$; 0,84 u odnosu na 0,71 U/ml) i u mlijeku ($p < 0,01$; 0,58 u odnosu na 0,41 U/ml). Međutim, aktivnost SOD-a, katalaze i glutation-peroksidaze (GPx) nije bila pod utjecajem hranidbe ovaca mikroalgama. Prema tome, autori preporučuju dodatak mikroalgi od 20 g/dan, koji je pogodniji s obzirom na očuvanje oksidativne stabilnosti ovčjega mlijeka.

PROIZVODNJA I KVALITETA MESA

U istraživanju Gómez-Cortés i sur. (2021.), janjad u dobi od 42 dana bila je hranjena krmnim smjesama s dodatkom 2,5 % algi (*Aurantiochytrium limacinum*) te krmnim smjesama i mliječnim zamjenicama, u kojima je dodano 2,5 % navedenih algi tijekom 49 dana tova. Autori nisu utvrdili značajne razlike dnevne konzumacije (810 g/dan), prosječnih dnevnih prirasta (328 g/dan) te tjelesne mase prije klanja (25,4 kg). Autori su utvrdili povećanje eikozapentaenske kiseline (EPA, C20:5 n-3; $p < 0,001$) za 4 odnosno 6 puta u intramuskularnoj masti janjadi hranjene krmnim smjesama i mliječnom zamjenicom s dodatkom algi. Koncentracija DHA ($p < 0,001$) povećana je 19 puta u intramuskularnome tkivu janjadi hranjene krmnom smjesom koja sadrži alge, dok je u obroku s mliječnom zamjenicom i algama povećana 23 puta u odnosu na obroke bez algi. Prema tome, konzumacija mliječne zamjenice, odnosno akt sisanja, dobar je pristup povećanju DHA s obzirom na to da se mlijeko probavlja u sirištu te se izbjegava biohidrogenacija masnih kiselina u buragu. U istome je istraživanju n-6/n-3 omjer smanjen ($p < 0,001$) s 11,3 na 3,2, odnosno na 2,7 u skupinama janjadi koje su hranjene algama, što je ključno s obzirom na porast navedenoga omjera u zapadnjačkome načinu prehrane ljudi. Optimalan omjer n-6/n-3 bi trebao bi se kretati od 1:1 do 5:1 da bi se održala ravnoteža upalnih i protuupalnih medijatora, odnosno zdravlje ljudi (Gonzalez-Becerra i sur., 2023.).

Núñez-Sánchez i sur. (2021.) utvrdili su višu masu trupa (11,4 u odnosu na 10,4 kg; $p < 0,05$) i veći randman (44,6 u odnosu na 40,9 %; $p < 0,05$)

janjadi hranjene s 2,5 % algi (*Aurantiochytrium limacinum*) u krmnim smjesama u odnosu na janjad koja je bila hranjena mliječnim zamjenicama u kojima je dodano 2,5 % navedenih algi. Utvrđen je i viši udio masnoga tkiva za ~12 % (17,2 u odnosu na 14,5 %; $p < 0,05$) te niži udio mišićnoga tkiva (58,0 u odnosu na 60,8 %; $p < 0,05$) u janjadi hranjene s 2,5 % algi u krmnim smjesama u odnosu na kontrolnu janjad u istome istraživanju. Navedeno je uslijed povećanoga udjela masti u krmnim smjesama kojima je bila hranjena janjad. Dodatak algi neznatno je povećao oksidaciju mišićnoga tkiva s obzirom na to da je koncentracija spojeva koji reagiraju s tiobarbiturnom kiselinom bila numerički povećana ($p = 0,06$), što je povezano s višom koncentracijom n-3 PUFA u intramuskularnome tkivu janjadi hranjene dodatkom algi (Núñez-Sánchez i sur., 2021.).

Dodatak mikroalge *Spirulina platensis* u količini od 2 g/dan/jare dnevno smanjio je koncentraciju C15:0 i C17:0 te povećao koncentraciju LA u mišiću *longissimus dorsi* (MLD) jaradi u odnosu na MLD jaradi hranjene algama 4 g/dan, kao i na kontrolnu skupinu (Al-Yahyaey i sur., 2023.b). Dodatak *Spirulina platensis* u obrocima za jarad nije imao značajan učinak na modeliranje masnokiselinskoga profila mišića. U istome je istraživanju boja mišića MLD-a i *m. semitendinosus* bila očuvana, osim svjetline (L*), koja je u skupini jaradi s dodatkom od 4 g algi bila viša u odnosu na svjetlinu mišića jaradi hranjene s 2 g algi u obrocima.

SMANJENJE PROIZVODNJE METANA

Upotreba makroalgi u svrhu smanjenja emisije metana (CH₄) može biti alternativa konvencionalnim krmivima u hranidbi preživača, no potrebno je provesti istraživanja nutritivne vrijednosti i učinkovitosti (Min i sur., 2021.). Morski korov sadrži bromoform (Glasson i sur., 2022.) te florotanine, koji su učinkoviti inhibitori emisije CH₄ u buragu s obzirom na to da ometaju metanogenezu u probavnome sustavu preživača. Li i sur. (2016.) dodavali su crvenu moršku algu *Asparagopsis taxiformis* u obroke za ovce u količini od 0,5, 1, 2 i 3 % organske tvari, odnosno 13, 26, 58 i 80 g/dan/ovca tijekom 72 dana, pri čemu su ovce 31 dan boravile u respiracijskoj komori za utvrđivanje proizvodnje metana. Uz osnovni obrok (krmna smjesa i pšenična slama) dodane su mljevene lupine i makroalge. Utvrđeno je da nema značajnih razlika dnevne konzumacije krmiva kod ova-

ca pokusne i kontrolne skupine, dok je proizvodnja metana bila značajno smanjena ($p < 0,001$) kako se povećavao udio makroalgi u obroku, pri čemu je najmanja proizvodnja bila pri hranidbi obrocima s 3 % *Asparagopsis taxiformis*. U istome je istraživanju dodatak navedene makroalge značajno smanjio koncentraciju octene ($p < 0,001$) i ukupnih hlapljivih masnih kiselina ($p < 0,05$), povećao ($p < 0,001$) propionsku i valerijansku kiselinu u odnosu na kontrolnu skupinu te smanjio ($p < 0,001$) omjer acetat/propionat. Rezultati ukazuju na to da *Asparagopsis taxiformis* dovodi do preusmjerenja vodika prema sintezi propionata, pri čemu manje vodika ostaje za metanogenezu (Li i sur., 2016.). Autori preporučuju konzumaciju *Asparagopsis taxiformis* u obroku od 1 % organske tvari za smanjenje emisije metana od 50 %. Navedeno smanjenje proizvodnje metana u buragu moglo bi biti zbog prisutnosti bromoforma u algama, koji inhibira kobamid-ovisnu metil-transferazu prilikom metanogeneze (Wood i sur., 1968.; Loan i sur., 2025.). Ovaj spoj suzbija bakterijsku metanogenezu reakcijom s kofaktorom B_{12} kompleksa metil-transferaze odgovornim za stvaranje metilkoenzima M u preposljednjem koraku metanogeneze (Honan i sur., 2021.). Kholif i sur. (2022.) istraživali su u uvjetima *in vitro*, pri čemu su inkubirali obrok za preživače u sadržaju buraga, a obrok je sadržavao 1 – 3 % mikroalge *Chlorella vulgaris* u krmnoj smjesi. Povećala se ukupna proizvodnja plinova *in vitro* te smanjila proizvodnja CH_4 i CO_2 pri dodatku 1 % mikroalge. Međutim, *Chlorella vulgaris* na razini od 2 ili 3 % imala je negativne učinke na pokazatelje fermentacije u buragu i razgradnju hranjivih tvari, iako je imala jači učinak na smanjenje proizvodnje metana.

ZAKLJUČAK

Različite vrste algi mogu biti dodane u obroke za male preživače kao izvor hranjivih tvari, od kojih su najistraživanije one iz roda *Chlorella* kao izvor bjelančevina te one iz roda *Schizochytrium* kao bogat izvor zdravih masti. Dodatak pojedinih algi može se koristiti za obogaćivanje mlijeka i mesa malih preživača dugolančanim n-3 PUFA-ma, osobito EPA-om i DHA-om, kao i za smanjenje proizvodnje metana u probavnome sustavu malih preživača. Ipak razine dodatka navedenih algi koje su veće od

20 g/dan/životinja mogle bi negativno utjecati na proizvodne pokazatelje. U budućim istraživanjima potrebno je provesti detaljnija ispitivanja utjecaja različitih vrsta i količina dodatka algi u obrocima na proizvodnju, kvalitetu proizvoda i metabolički profil te provesti analizu ekonomske isplativosti upotrebe algi u hranidbi ovaca i koza.

LITERATURA

1. Ajduković, A., Gerić, M., Janušić, R., Šarčević, B., Jablan, J., Inić, S., Domijan, A.M., Garaj-Vrhovac, V. (2018.): Mjerenje koncentracije proteinskih karbonila u plazmi. Knjiga sažetaka XII. susret mladih kemijskih inženjera. Zagreb: Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI), str. 148-148.
2. Al-Yahyaey, F., Shaat, I., Hall, E., Bush, R. D. (2023.a): Effect of *Spirulina platensis* supplementation on growth, performance and body conformation of two Omani goat breeds. *Animal Production Science*, 63(2): 133–141.
3. Al-Yahyaey, F., Al-Marzooqi, W., Shaat, I., Smith, M.A., Al-Sabahi, J., Melak, S., Bush, R.D. (2023.b): Effect of *Spirulina platensis* supplementation on carcass characteristics, fatty acid profile, and meat quality of Omani goats. *Animals* 2023, 13, 2976. <https://doi.org/10.3390/ani13182976>
4. Bauman, D.E., Griinari, J.M. (2001.): Regulation and nutritional manipulation of milk fat: Low-fat milk syndrome. *Livest. Prod. Sci.*, 70, 15–29.
5. Božanić, R., Tratnik, L., Drgalić, I. (2002.): Kozje mlijeko: karakteristike i mogućnosti. *Mljekarstvo* 52, 207-237.
6. Costa, D.F.A., Castro-Montoya, J.M., Harper, K., Trevaskis, L., Jackson, E.L., Quigley, S. (2022.): Algae as feedstuff for ruminants: A focus on single-cell species, opportunistic use of algal by-products and on-site production. *Microorganisms*, 22, 10 (12): 2313.
7. Frazzini, S., Reggi, S., Dell'Anno, M., Fifi, A.P., Scaglia, E., Ferri, I., Rossi, L. (2024.): Chemical-functional characterization of *Ascophyllum nodosum* and *Phymatolithon calcareum* and dietary supplementation in post-weaning pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 11: 1431091.
8. Glasson, C.R.K., Kinley, R.D., de Nys, R., King, N., Adams, S.L., Packer, M.A., Svenson, J., Eason, C.T., Magnusson, M. (2022.): Benefits and risks of including the bromoform containing seaweed *Asparagopsis* in feed for the reduction of methane production from ruminants. *Algal Research* 64, 102673.

9. Gómez-Cortés, P., de la Fuente, M.A., Peña Blanco, F., Núñez-Sánchez, N., Requena Domenech, F., Martínez Marín, A.L. (2021.): Feeding algae meal to feedlot lambs with competent reticular groove reflex increases omega-3 fatty acids in meat. *Foods*, 10, 366.
10. Gonzalez-Becerra, K., Barron-Cabrera, E., Muñoz-Valle, J.F., Torres-Castillo, N., Rivera-Valdes, J.J., Rodriguez-Echevarria, R., Martinez-Lopez, E. (2023.): A balanced dietary ratio of n-6:n-3 polyunsaturated fatty acids exerts an effect on total fatty acid profile in RBCs and inflammatory markers in subjects with obesity. *Healthcare (Basel)*, 18,11(16), 2333.
11. Harahap, M.A., Widodo, S., Handayani, U.F., Altandjung, R.I., Wulandari, Sakti A.A., Atmoko, B.A., Negara, W., Dewi, Y.L., Julendra, H., Sofyan, A., Wahyono, T., Ujilestari, T., Ahmed, B., Qomariyah, N., Sholikin, M.M., Baihaqi, Z.A. (2024.): Examining performance, milk, and meat in ruminants fed with macroalgae and microalgae: A meta-analysis perspective. *Trop. Anim. Health Prod.* 22, 56(7): 243.
12. Honan, M., Feng, X., Tricarico, J.M., Kebreab, E. (2021.): Feed additives as a strategic approach to reduce enteric methane production cattle: modes of action, effectiveness and safety. *Animal Production Science*, 62: 1303-1317
13. Hudek, K., Davis, L. C., Ibbini, J., Erickson, L. (2014.): Commercial products from algae. In *Algal Biorefineries* (Eds R. Bajpai, A. Prokop & M. Zappi), pp. 275–295. New York: Springer Science.
14. Karima, F., Sarto, M. (2019.): The effect of *Chlorella vulgaris* on lipid profile wistar strain rats (*rattus norvegicus berkenhout*, 1769) under induced stress. *Biog. J. Ilm. Biol.* 7, 44.
15. Kholif, A.E., Elghandour, M.M.Y., Salem, A.Z.M., Bababosa, A., Márquez, O., Odongo, N.E. (2017.a): The effects of three total mixed rations with different concentrate to maize silage ratios and different levels of microalgae *Chlorella vulgaris* on in vitro total gas, methane and carbon dioxide production. *Journal of Agricultural Science*, 155: 494–507.
16. Kholif, A.E., Morsy, T.A., Matloup, O.H., Anele, U.Y., Mohamed, A.G., El-Sayed, A.B. (2017.b): Dietary *Chlorella vulgaris* microalgae improves feed utilization, milk production and concentrations of conjugated linoleic acids in the milk of Damascus goats. *The Journal of Agricultural Science*, 155(3): 508-518.
17. Kholif, A.E., Olafadehan, O.A. (2021.): *Chlorella vulgaris* microalgae in ruminant nutrition: a review of the chemical composition and nutritive value. *Annals of Animal Science*, 21(3): 789–806
18. Kotrbáček, V., Doubek, J., Doucha, J. (2015.): The chlorococcalean alga *Chlorella* in animal nutrition: a review. *Journal of Applied Phycology*, 27(6): 2173-2180.
19. Kyriakaki, P., Mavrommatis, A., Tsiplakou, E. (2023.): *Schizochytrium* spp. dietary supplementation modulates immune-oxidative transcriptional signatures in monocytes and neutrophils of dairy goats. *Antioxidants*, 12, 497.
20. Kyriakaki, P., Mavrommatis, A., Tsiplakou, E. (2024.): The Interaction of microalgae dietary inclusion and forage-to-concentrate ratio on the lipid metabolism-related gene expression in subcutaneous adipose tissue of dairy goats. *Animals*, 14, 3291.
21. Lamminen, M., Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Kokkonen, T., Jaakkola, S., Vanhatalo, A. (2019.): Different microalgae species as a substitutive protein feed for soya bean meal in grass silage based dairy cow diets. *Animal Feed Science and Technology*, 247: 112–126.
22. Li, X., Norman, H.C., Kinley, R.D., Laurence, M., Wilmot, M., Bender, H., de Nys, R., Tomkins, N. (2016.): *Asparagopsis taxiformis* decreases enteric methane production from sheep. *Animal Production Science*. 58(4): 681-688.
23. Loan, T., Karpe, A., Babaei, S., Denman, S., Chen, C., Joust, M., Lam, K., Hussain, D., Vibhakaran, S.P., Callaghan, M., Chaudhury, A., Paco, K., Tomkins, N., Yang, T., Payne, S., Ayliffe, M., Luo, M. (2025.): Biosynthesis of bromoform by *Curvularia* fungi provides a natural pathway to mitigate enteric methane emissions from ruminants. *Biotechnology Reports*, 45, e00876
24. Mane, S., Desai, S., Kishore, A., Singh, A. (2025.): Comprehensive lipid extract characterization of *Chlorella vulgaris* microalgae: A multi-analytical approach. *Algal Research* 86, 103919.
25. Mavrommatis, A., Tsiplakou, E. (2020.): The impact of the dietary supplementation level with *Schizochytrium* sp. on milk chemical composition and fatty acid profile, of both blood plasma and milk of goats. *Small Ruminant Research*, 193, 106252.
26. Mendes, A.R., Spínola, M.P., Lordelo, M., Prates, J.A.M. (2024.): Chemical compounds, bioactivities, and applications of *Chlorella vulgaris* in food, feed and medicine. *Appl. Sci.* 14, 10810. <https://doi.org/10.3390/app142310810>
27. Min, B.R., Parker, D., Brauer, D., Waldrip, H., Lockard, C., Hales, K., Akbay, A., Augyte, S. (2021.): The role of seaweed as a potential dietary supplementation for enteric methane mitigation in ruminants: Challenges and opportunities. *Animal Nutrition*, 7, 1371e1387.

28. Moate, P. J., Williams, S. R. O., Hannah, M. C., Eckard, R. J., Auldist, M. J., Ribaux, B. E., Jacobs, J. L., Wales, W. J. (2013.): Effects of feeding algal meal high in docosahexaenoic acid on feed intake, milk production, and methane emissions in dairy cows *Journal of Dairy Science*, 96: 3177–3188
29. Neville, E.W., Fahey, A.G., Meade, K.G., Mulligan, F.J. (2022.): Effects of calcareous marine algae on milk production, feed intake, energy balance, mineral status, and inflammatory markers in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105: 6616–6627.
30. Núñez-Sánchez, N., Avilés Ramírez, C., Peña Blanco, F., Gómez-Cortés, P., de la Fuente, M.Á., Vioque Amor, M., Horcada Ibáñez, A., Martínez Marín, A.L. (2021.): Effects of algae meal supplementation in feedlot lambs with competent reticular groove reflex on growth performance, carcass traits and meat characteristics. *Foods*, 10, 857.
31. Pajor, F., Egerszegi, I., Steiber, O., Bodnár, Á., Póti, P. (2019.): Effect of marine algae supplementation on the fatty acid profile of milk of dairy goats kept indoor and on pasture. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 28: 2019, 169–176
32. Pajor, F., Egerszegi, I., Szucs, Á., Póti, P., Bodnár, Á. (2021.): Effect of marine algae supplementation on somatic cell count, prevalence of udder pathogens, and fatty acid profile of dairy goats' milk. *Animals*, 11, 1097.
33. Pajor, F., Várkonyi, D., Dalmadi, I., Páztorné-Huszár, K., Egerszegi, I., Penksza, K., Póti, P., Bodnár, Á. (2023.): Changes in chemical composition and fatty acid profile of milk and cheese and sensory profile of milk via supplementation of goats' diet with marine algae. *Animals* 2023, 13, 2152.
34. Panahi, Y., Darvishi, B., Jowzi, N., Beiraghdar, F., Sahebkar, A. (2016.): *Chlorella vulgaris*: A multifunctional dietary supplement with diverse medicinal properties. *Curr. Pharm. Des.*, 22, 164–173.
35. Perveen, K., Bukhari, N.A., Al Masoudi, L.M., Alqah-tani, A.N., Alruways, M.W., Alkhattaf, F.S. (2022.): Antifungal potential, chemical composition of *Chlorella vulgaris* and SEM analysis of morphological changes in *Fusarium oxysporum*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4): 2501-2505.
36. Póti, P., Pajor, F., Bodnár, Á., Penksza, K., Köles, P. (2015.): Effect of micro-alga supplementation on goat and cow milk fatty acid composition. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 75(2): 259-263.
37. Roohani, A.M., Abedian Kenari, A., Fallahi Kapoorchali, M., Borani, M.S., Zoriezahra, S.J., Smiley, A.H., Esmaeili, M., Rombenso, A.N. (2019.): Effect of spirulina *Spirulina platensis* as a complementary ingredient to reduce dietary fish meal on the growth performance, whole-body composition, fatty acid and amino acid profiles, and pigmentation of Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 1–13.
38. Samarasinghe, M.B., van der Heide, M.E., Weisbjerg, M.R., Sehested, J., Sloth, J., Bruhn, A., Vestergaard, M., Nørgaard, J.V., Hernandez-Castellano, E. (2021.): A descriptive chemical analysis of seaweeds, *Ulva* sp., *Saccharina latissima* and *Ascophyllum nodosum* harvested from Danish and Icelandic waters. *Animal Feed Science and Technology*, 278, 115005.
39. Tsiplakou, E., Abdullah, M.A.M., Mavrommatis, A., Chatzikonstantinou, M., Skliros, D., Sotirakoglou, K., Flemetakis, E., Labrou, N.E., Zervas, G. (2018.): The effect of dietary *Chlorella vulgaris* inclusion on goat's milk chemical composition, fatty acids profile and enzymes activities related to oxidation. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 102(1): 142-151.
40. Tsiplakou, E., Abdullah, M.A.M., Mavrommatis, A., Chatzikonstantinou, M., Skliros, D., Sotirakoglou, K., Flemetakis, E., Labrou, N.E., Zervas, G. (2018.): The effect of dietary *Chlorella vulgaris* inclusion on goat's milk chemical composition, fatty acids profile and enzymes activities related to oxidation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 102: 142–151.
41. United Nations (2017.): *The World Population Prospects: The 2017 Revision*. Department of Economic and Social Affairs, United Nations (dostupno na: <https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100> (Datum pristupa: 10.03.2025.))
42. Wood, J.M., Kennedy, F.S., Wolfe, R.S. (1968.): Reaction of multihalogenated hydrocarbons with free and bound reduced vitamin B12. *Biochem. (Basel)*, 7 (1968), pp. 1707-1713.
43. Zhu, M., Singer, S. D., Guan, L. L., Chen, G. (2024.): Emerging microalgal feed additives for ruminant production and sustainability. *Advanced Biotechnology*, 2, 17.
44. Zisis, F., Kyriakaki, P., Satolias, F.F., Mavrommatis, A., Simitzis, P.E., Pappas, A.C., Surai, P.F., Tsiplakou, E. (2022.): The effect of dietary inclusion of microalgae *Schizochytrium* spp. on ewes' milk quality and oxidative status. *Foods*, 11, 2950.

SUMMARY

On the basis of available scientific literature, this paper's objective was to research a possibility of using the algae in the small ruminant nutrition and to research its effect on the production and products' quality. A chemical composition of the different types of algae mostly differed in terms of a protein and fat content and in fatty acid concentrations. As a source of proteins and the well-balanced amino acids, *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* are the most known algae used in the small ruminant nutrition. Algae are very rich in the long-chain polyunsaturated fatty acids from the n-3 group (e.g., the eicosapentaenoic acid, EPA, and the docosahexaenoic acid, DHA), especially the algae from the genera *Schizochytrium* and *Aurantiochytrium*. The addition of 5 g/day of *Schizochytrium limacinum* to the goats' diet did not result in significant changes in milk production, but it effectuated an increase in the conjugated linoleic fatty acid (CLA, C18:2 c9t11), an increase in the DHA, and a decrease in the n-6/n-3 ratio in milk. *Chlorella vulgaris* supplementation at 5 and 10 g/day had a beneficial effect on milk production and an increase in the CLA in goat's milk. In the studies with the lambs fed with 2.5% of algae (*Aurantiochytrium limacinum*) in the feed mixtures, no significant differences in daily intake, average daily weight gains, and body weight prior to slaughter were detected. The study discovered an increase in the EPA and the DHA in the intramuscular fat of the lambs fed with the algae-added feed mixtures. The dietary algae, such as the *Asparagopsis taxiformis*, reduces methane production in the small ruminants' digestive system. In the future studies, it is necessary to examine the effect of the different types and quantities of algae in a diet on the production traits and on a small ruminant metabolic profile in more detail. Besides, it is necessary to analyze the economic profitability of the use of algae in the sheep and goat nutrition.

Keywords: algae, nutrition, sheep, goats, fatty acids