Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (2), 1-14
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Физикохимичен и мастнокиселинен състав на бяло саламурено сирене при Каракачанската порода, отглеждана в ендемични райони на Средните Родопи

Любомир Ангелов[1]*, Силвия Иванова[1], Димитър Гаджев[2], Цонка Оджакова[2]

[1]Институт по Криобиология и хранителни технологии, бул. Черни връх 53, 1407 София, България
[2]Опитна станция по животновъдство и земеделие, ул. „Невястата“ 35, 4700 Смолян, България
**E-mail: luboangelov@abv.bg*

Physicochemical composition and fatty acid profile of white brined cheese of Karakachan ewes reared in the endemic mountain regions of Middle Rhodope

Ljubomir Angelov[1]*, Silviya Ivanova[1], Dimitar Gadjev[2], Tzonka Odjakova[2]

[1]Institute of Cryobiology and Food Technology, 53 Cherni vrah Blvd., 1407 Sofia, Bulgaria
[2]Experimental Station of Stockbreeding and Agriculture, 35 Nevyastata Str., 4700 Smolyan, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

Целта на изследването е да се проучат измененията във физикохимичния състав на бяло саламурено сирене през периода май-юли, получено от Каракачанска порода, отглеждана района на Средните Родопи

Бялото саламурено сирене произведено от овчето мляко на Каракачанската порода през лактационния период се характеризира с постоянни количества на влага и сухо вещество, с напредване на лактацията постепенно се понижава пепелното съдържание от 8,02% до 6,90%, незначително нараства нивото на протеина (от 13,33 до 13,66%), а мазнините варират от 16,37 до 16,89%.

Съдържанието на наситените

SUMMARY

The objective of the present study was to investigate the changes in the physicochemical composition of the white brined cheese from Karakachanian breed.

The white brined cheese produced from sheep milk during the lactation is characterized by constant quantities of moisture and total solid. With advance of laktation the ash content decreased from 8,02% to 6,90%, the protein level increased slightly from 13.33 to 13.66% and the fat contenent varied from 16,37 to 16.89%,

The content of saturated fatty acids

мастни киселини в сирената произведени от млякото на Каракачанската порода нарастват от май до юни с 0,5% (67,49 g/100g мазнина), след което намаляват до 66,62 g/100g мазнина.

Съдържанието на мононенаситени мастни киселини нараства недостоверно от май до юли в бялото саламурено сирене и достига в края на периода до 27,75 g/100g мазнина. От май до юли полиненаситените мастни киселини в овчите сирена при Каракачанската порода намаляват с 25,5% (от 8,05 до 6,00 g/100g мазнина).

Количеството на CLA (спрегнати линолови киселини) при изследваните образци намалява от май до юли с 40% (от 3,53 до 2,12 g/100g мазнина). Подобни резултати са получени за количеството на транс мастните киселини в сиренето (от 7,63 до 5,86 g/100g мазнина).

Ключови думи: овче сирене, физикохимични показатели, мастно-киселинен състав

in cheese made from the milk of Karakachan breed increased from May to June by 0,5% (67,49 g/100g fat), then reduced to 66,62 g/100g fat.

The content of monounsaturated fatty acids increased insignificant from May to July in the white brined cheese and reached at the end of the lactation period to 27,75 g/100g fat. From May to July polyunsaturated fatty acids in the sheep cheese of Karakachan breed decreased by 25.5% (from 8.05 to 6,00 g/100g fat).

The amount of CLA (conjugated linoleic acids) in the tested samples decreased from May to July by 40% (from 3,53 to 2,12 g/100g fat). Similar results were obtained for the amount of trans fatty acids in cheese during the whole period (from 7,63 to 5,86 g/100g fat).

Key words: white brined cheese, physicochemical parameters, fatty acid composition

УВОД

За получаване на млечни продукти с подобрени технологични показатели е необходимо да се познава не само хранителния режим на овцете (състава на диетите) но и физикохимичните показатели на млякото. В селските и планинските райони млякото, което се консумира от човека, има важна хранителна стойност за поддържане на хранителния баланс на населението. Съставът на овчето мляко се променя в зависимост от диетата, продължителността на лактацията, сезона, породата, географския район и други фактори. Публикациите свързани с хранителната стойност на бялото саламурено сирене на базата на овче мляко често дават само основния състав, без подробна оценка на по-специфичните уникални компоненти и ползата за човешкото хранене, въпреки че редица списания съдържат много доклади, които очакват своята научна оценка.

Производството на качествени млечни продукти с повишено съдържание

INTRODUCTION

In order to obtain dairy products with improved technological parameters, it's necessary to know not only the diet of sheep (composition of diets) but also the physicochemical characteristics of the milk. In the rural and mountain regions the milk collected for human consumption has an essential food value for maintaining the dietary balance of the populations. The ewe's milk composition is variable and depends on diet, lactation period, season, breed, geographic region and other factors. Publications on the nutritional value of white brined cheese on the ewe's milk basis often give only the main composition without detailed identification of more specific unique components of benefit for human nutrition, although trade magazines contain many report, that are waiting for scientific evaluation.

The production of dairy products with an increased content of

на антиканцерогенни субстанции и биологично активни вещества зависи преди всичко от състава на пасищната растителност, ботаническото разнообразие и вегетационния стадий на отделните растителни видове, (Mihailova et al., 2004; Kafedjiev and Mihailova, 1998; Collomb et al. 2002, Tsvetkova and Angelov, 2013).

Зелените фуражи, използвани при храненето на овцете, могат да допринесат за формиране на специфични биологично активни субстанции в крайния продукт, както и да повлияят в положителна посока въвху вкусовите и сензорни характеристики на получаваните млечни продукти (Pirisi et al. 2004, Cabiddu et. al. 2003 a,b; Alizadeh at al., 2013; Oliveira at al., 2012). Мляко с високо съдържание на соматични клетки намалява добива на сирене двойно, поради ниското съдържание на казеин. Мляко с високо ниво на соматични клетки притежава високо съдържание на протеолитични и липолитични ензими (липази). Присъствието на тези ензими увеличава възможността от бързо вмирисване и влошаване на вкуса на млечните продукти (Mijačević and Bulajić. 2008).

Съдържанието на късоверижните мастни киселини в млякото (капронова, каприлова, капринова) е 1,5-2 пъти повисоко от това в кравето мляко (Fenyvessy and Szakaly, 1995; Mihailova and Dzhorbineva, 1997). Съставът на мастни-те киселини в млечната мазнина на овчето мляко е от голямо значение за производството на сирене. Факторите, които оказват влияние върху качеството на сиренето, са състава на млякото и условията за неговото производство (Shahab Lavasani, 2014). Концентрациите на казеина и мазнините в млякото определят добива на сирене. Изборът на мляко с високо съдържание на протеини води до подобряване на коагулационните свойства при подсирването и увеличаване добива на сирене (Shahab, 2014). При зреенето на сиренето, протеолитичните промени допринасят за формирането на свойствата, текстурата и вкуса на крайния продукт (Tsuda et al., 1994). Научните разработки при производството на чедър и фонтанел показват, че добавката на

anticancerogenic and biologically active substances depends primarily on the composition of the pasture vegetation, the botanical diversity and the vegetation stage of the individual plant species (Mihailova et al., 2004, Kafedjiev and Mihailova, 1998, Collomb et al. 2002, Tsvetkova and Angelov, 2013).

The green forages used in the feeding of sheep can contribute to the formation of specific biologically active substances in the final product, as well as to influence positively the taste and sensory characteristics of the dairy products obtained (Pirisi et al., 2004, Cabiddu et al. 2003 a, b; Alizadeh at al., 2013; Oliveira at al., 2012). Milk with a high somatic cell content reduces the cheese output twice because of the low casein content. Milk with a high value of somatic cells has a high content of proteolytic and lipolytic enzymes (lipases). The presence of these enzymes increases the possibility of a quick chance of smell and deterioration in the taste of dairy products (Mijačević and Bulajić, 2008).

The content of the short chain fatty acids (caproic, caprylic, capric) in the ewe′s milk is 1,5-2 times higher than that in the cow′s milk (Fenyvessy and Szakaly, 1995; Mihailova and Dzhorbineva, 1997). The fatty acids composition in the ewe's milk fat is of major importance to cheese industry. Factors affecting cheese quality are the milk composition and cheese making conditions (Shahab Lavasani, 2014).

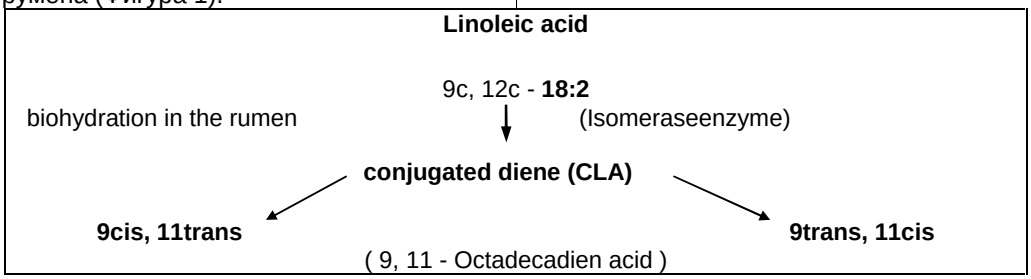
The concentrations of casein and fat in milk determine cheese yield. Selection of milk of high protein content leads to improved rennet coagulation properties and increased cheese yield (Shahab, 2014). During ripening of cheese, proteolytic changes contribute to the formation of the properties of texture and flavour (Tsuda at al., 1994). The scientific developments on the production of cheddar and fontanel have shown that

МСТ мастни киселини от маслиново масло подобряват вкусовите качества на сиренето. Въз основа на горепосочената информация, предложеното изследване е от съществено значение за обогатяване на мастно-киселинния спектър на сиренатa (Abd El-Salam et al., 2012).

Млечната промишленост за производство на сирене на базата на овче мляко е една от най-традиционните и важни за България индустрии. Важно място в изследванията, свързани с биологичната функция на профила на мастните киселини заемат специалните физиологични ефекти на конюгираните линоленови киселини (CLA) върху животинския и човешкия организъм (Cabiddu et al., 2005). Конюгираните линолеинови киселини (CLA) като част от спектъра на ненаситените мастни киселини с биологична функция заемат важно място в изследването през последните 15 години (Abd El-Salam, 2012). CLA се формира предимно чрез изомеризация на линоловата киселина, използвайки анаеробните микроорганизми Butyrivibro fibrisolvens в румена (Фигура 1).

adding of MCT fatty acids (olives oil) improves the taste of the cheese. Based on the above information, the proposed study is essential for enrichment of the fatty acids spectrum of cheese (Abd El-Salam et al., 2012).

The dairy industry for production of cheese production on the ewe's milk basis is one of the most traditional and major industry in Bulgaria. Important place in researches, concerning the biological function of fatty acids profile, take the special physiological effects of conjugated linoleic acids (CLA) for the animal and human organism (Cabiddu at al., 2005). The conjugated linoleic acids (CLA) as part of the unsaturated fatty acids spectrum with biological function take an important place in the investigation during the last 15 years (Abd El-Salam, 2012). CLA is formed mainly via isomerization of linoleic acid using the anaerobe *Butyrivibro fibrisolvens* in the rumen (Figure 1).



Фиг. 1. Механизъм и биотрансформация на линоловата киселина до конюгирани мастни киселини
Fig. 1. Mechanism and biotransformation of Linoleic acid to conjugated fatty acids

Въпреки това, преживните животни не са единствените производители, CLA може да се синтезира и при животните с еднокамерен стомах. Сравнителни проучвания съобщават за следните благоприятни ефекти от въздействието на конюгираните мастни киселини: антикарциногенен ефект, имунен модулатор, намаляване на телесните мазнини, нормализиране на нарушената глюкозна толерантност и

However ruminants are not the only producers, non-monogastric animals also produce CLA.

Comparative studies reported the following beneficial effects of conjugated fatty acids: immune modulation, reduction of body fat, normalization of impaired glucose tolerance (Ha, 1987; Jahreis at., 1999; 2000).The CLA-concentration in raw milk and milk products varies in

др. (На, 1987; Jahreis, 1999; 2000). Концентрацията на CLA в суровото мляко и млечните продукти варира в зависимост от различни фактори (порода, сезон, диета, хранене). Най-големите разлики в съдържанието на CLA са измерени в овчето мляко в сравнение с другите животински видове. Необходими са нови проучвания за изясняване механизма за трансфера на CLA в сурово мляко и бяло саламурено сирене.

Уникалното съдържание на около 25% MCT – киселини и 3-5% CLA в мастната фракция на овчето мляко, както и възможните количествени модификации чрез промяна режима на хранене, не са били използвани нито в търговската мрежа, нито са били достатъчно проучени. Ежедневните препоръчителни дози от 15 g MCT могат да бъдат осигурени с около 60 g овче масло, но това налага да се преосмисли производството му. Новият подход, основаващ се на проучвания върху цялата хранителна верига в ендемичните планински райони, ще бъде от общ интерес за необходимите отговори и възможности за "long-term live" чрез здравословно хранене. Разработването на нови млечни продукти с по-високо съдържание на CLA е необходимо в близко бъдеще.

Целта на настоящото проучване е да изследва динамичните промени в състава на бяло саламурено сирене от овче мляко и неговия мастнокиселинен състав, както и съдържанието на биологично активни и антиканцерогенни субстанции в меките сирена.

dependence on different factors (breed, season, diet, nutrition).

The greatest differences in the CLA content were measured in the sheep milk in comparison to the other animal species. New investigations are necessary to clear the mechanism for CLA-transfer into raw milk and white brined cheese.

The unique content of about 25% MCT and 3-5% CLA in the sheep's milk fat fraction and possible quantitative modifications by diet were neither used nor commercially investigated.

Daily recommended intakes of 15 g MCT could be provided by about 60 g sheep butter, but sheep butter making may have to be reinvented.

The novel approach based on investigations on the entire food chain in endemic mountain regions will be of general interest for the necessary answers on the opportunity for "long-term live" through the healthy nutrition. Developing new dairy products with a higher CLA content is needed in the near future.

The purpose of this study is to examine the dynamic changes in the composition of white brined cheese of ewe's milk and its fatty acid composition as well as the content of biologically active and anticancerogenic substances in soft cheeses.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

- Физико-химичен анализ на бяло саламурено сирене

През периода май - юли (01.05 - 01.06 - 01.07.) са взети млечни проби от шест овце от Каракачанската порода и са изготвени 12 мостри бяло саламурено сирене съгласно БДС. Сирената са изследвани за основните физико-химични параметри на (белтъчини,

MATERIAL AND METHODS

- Physico-chemical analysis of white brined cheese

From May to July (01.05 - 01.06 - 01.07.) the milk samples of six sheep from the Karakachan breed were taken and 12 samples of white brined cheese according to BDS were prepared. The cheeses have been studied for the basic physico-chemical parameters (proteins, fats,

мазнини, минерално съдържание, влага, сухо вещество). Анализът се извършва, като се използват стандартни методи:

- Българско бяло саламурено сирене - БДС 15-2010
- Водно съдържание – БДС 1109:1989, ISO 9622
- Протеин – БДС, EN, ISO, 8968-1:2014
- Мазнини – БДС, EN, ISO, 1211:2010,
- Пепелно съдържание - БДС 6154:1974

Мастнокиселинен анализ

Екстракцията на общите липиди в пробите от сирене се извършва по метода на Roese-Gottlieb (1973), чрез диетилов етер и петролев етер и последващо метилиране с натриев метилат (CH3ONa, Merck, Darmstadt) и дехидратиране с $NaHS0_4.H_20$. Металовите естери на мастните киселини (FAME) се анализират с помощта на газов хроматограф Shimadzu-2010 (Kioto, Япония), оборудван с детектор за пламъчно йонизиране и автоматична инжекционна система (AOC-2010i). Анализът се провежда върху капилярна колона CP7420 (100 м x 0.25 mm i.d., 0.2 m, Varian Inc., Palo Alto, CA). Водородът се използва като газ-носител и азот като make-up газ. Режимът на пещта е програмиран в четири стъпки – началната температура на колоната е 80° C/min, поддържа се за 15 минути, след това се увеличава с 12° C/min до 170° C и се поддържа за 20 минути, последвано от ново увеличение от 4° C/min до 186° C в продължение на 19 минути и до 220ºC при 4ºC/мин, докато процесът приключи.

mineral content, humidity, dry matter). The analysis were performed using standard methods:

- Bulgarian white brined cheese – BCS 15-2010
- Humidity – BCS 1109:1989, ISO 9622
- Protein – BCS EN ISO 8968-1:2014
- Fat – BCS EN ISO 1211:2010,
- Ash – BCS 6154:1974

Fatty acid analyze

The extraction of total lipids in the cheese samples carried out by Roese-Gottlieb (1973), by means of diethyl ether and petroleum ether and subsequent methylation with sodium methylate (CH_3ONa, Merck, Darmstadt) and dehydration with $NaHSO_4.H_2O$. Fatty acid methyl esters (FAME) were analyzed using a Shimadzu-2010 gas chromatograph (Kioto, Japan) equipped with flame ionization detector and an automatic injection system (AOC-2010i).

The analysis was performed on capillary column CP7420 (100 m x 0.25 mm i.d., 0.2 m, Varian Inc., Palo Alto, CA). Hydrogen is used as carrier gas, and as make-up gas - nitrogen. Four-step furnace mode is programmed – the initial column temperature is 80ºC/min, maintained for 15 minutes, then increased by 12ºC/min to 170ºC and maintained for 20 minutes, followed by a new 4ºC/min increase to 186ºC for 19 minutes and up to 220ºC with 4ºC/min until the process is complete.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

- Състав на бяло саламурено сирене

При изследваните проби от сирена не са наблюдавани значителни разлики в съдържанието на мазнини, протеини и сухо вещество по време на различните подпериоди (Таблица 1).

RESULTS AND DISCUSSION

- Properties of cheese

In the investigated cheese samples no significant differences in the fat, protein and dry matter content during the different sub-periods have been observed (Table 1).

Таблица 1. Физикохимичните показатели на овчето сирене от

пълномаслено
овче мляко от Каракачанската порода
Table 1. Physical and chemical characteristics of white brined cheese from bulk ewe's milk of Karakachan breed

Период Period		Wa, % Humidity %	СВ, % DM, %	МВ, % Ash, %	СП, % Protein %	СМ, % Fat, %
01. май	x	**57,78**	**42,22**	**8,02**	**13,33**	**16,37**
01. May	sd	2,35	2,35	0,28	0,96	0,59
01. юни	x	**57,86**	**42,15**	**7,40**	**12,10**	**15,58**
01. June	sd	0,67	0,67	0,04	0,16	0,22
01. юли	x	**57,49**	**42,52**	**6,90**	**13,66**	**16,89**
01. July	sd	0,90	0,90	0,01	0,96	1,32
Whole period	**x**	**57,71**	**42,29**	**7,44**	**13,03**	**16,28**
	sd	1,18	1,18	0,52	0,96	0,88

Съдържанието на протеина се променя по време на експерименталния период и варира в тесни граници от 12,10% до 13,36%. Съдържанието на минерални вещества в бялото саламурено сирене намалява от май до юли с 14% (8,02 до 6,90%). Съдържанието на сухо вещество в сиренето е в БДС-нормите и зависи от нивото на минералните вещества, съдържанието на протеини и мазнини в млечния продукт.

- Мастнокиселинен състав на бяло саламурено сирене

Съставът на мастните киселини в сиренето е представен в Таблица 2. Съдържанието на наситени мастни киселини се повишава от май до юни с 0,5% (67,49 g/100 g мазнини), след което намалява през юли до 66,62 g/100 g мазнини (Таблица 2). Общото съдържание на наситени мастни киселини в пробите от бяло саламурено сирене варира в много тесни граници. За съдържанието на мононенаситени и полиненаситени мастни киселини в сирената бяха установени следните различия. Съдържанието на MUFA нараства след юни и достига до 27,75 g/100 g мазнина, докато в спектъра на PUFA се наблюдава понижение на концентрацията от 8,05 до 6,00 g/100 g мазнина.

The protein content changed during the experimental period and varied in a narrow range from 12,10% to 13,36%. The total mineral content in the white brined cheese decreased from Mai to July by 14% (8,02 to 6,90 %).

The DM-content in the cheese was in the BDS-norm and depends on the mineral substances, the protein and fat content in the dairy product.

- Fatty acids composition of white brined cheese

The fatty acid composition of cheese is presented in Table 2. The content of saturated fatty acids increased from May to June by 0,5% (67,49 g/100g fat), then reduced to 66,62 g/100g fat in July (Table 2). The total content of saturated fatty acids in the cheese samples varied within very narrow limits. For the content of mono- and polyunsaturated fatty acids in the cheese the following differences had been estimated. The MUFA content increased after June and reached value to 27,75 g/100 g fat, while in the PUFA a decreasing of concentration had been observed (from 8,05 to 6,00 g/ 100 g fat).

Таблица 2. Динамични промени в съдържанието на мастните киселини в сиренето при Каракачанската порода в зависимост от сезона (g/100g мазнина)

Table 2. Dynamic changes of fatty acids content in the white brined cheese from Karakachan breed in depend on the season (g/100 g fat)

МК-профил на сирене FA-profile of cheese	**01. май** 01. May		**01. юни** 01. June		**01. юли** 01. July	
	x	sd	**x**	sd	**x**	sd
SFA	**66,81**	0,44	**67,49**	0,09	**66,62**	1,48
MUFA	**25,14**	0,44	**25,11**	0,14	**27,75**	0,66
PUFA	**8,05**	0,01	**7,40**	0,05	**6,00**	0,16
Σ C-18:1trans-FA	**7,62**	0,11	**5,55**	0,09	**5,88**	0,16
C-18:1tr11	**4,16**	0,05	**3,03**	0,00	**3,99**	0,10
Σ CLA	**3,53**	0,06	**2,97**	0,02	**2,12**	0,06
C-16:0/C-18:1cis9	**1,44**	0,02	**1,35**	0,01	**1,40**	0,12
C-16:0/C-18:1 total	**0,98**	0,01	**1,05**	0,01	**1,12**	0,09
Σ n-3	**1,83**	0,01	**1,86**	0,01	**2,17**	0,04
Σ n-6	**3,45**	0,03	**3,10**	0,02	**2,42**	0,07
n-6/ n-3	**1,89**	0,03	**1,67**	0,00	**1,12**	0,01
Σ MCT (C-10>C-14)	**23,37**	0,25	**20,10**	0,01	**16,07**	0,12
Σ SCT (C-4>C-8)	**10,18**	0,43	**9,74**	0,12	**8,06**	0,43
CLA 9c,11t	**2,93**	0,03	**2,38**	0,01	**1,87**	0,05

Едно детайлно изследване на разпределението на наситените мастни киселини показва, че някои средно-верижни мастни киселини (C10: 0 и C12: 0) намаляват значително в хода на лактацията от 12,64 до 6,09 g/100g мазнини (Таблица 3). Основните дълго-верижни мастни киселини C16:0 и C18:0 в сиренето се увеличават с 27% и 37% (p <0,05, p <0,01). Концентрацията на миристиновата киселина (C-14: 0) остава непроменена през цялата лактация.

Подробното проучване при раз-пределението на мононенаситените мас-тни киселини (MUFA) в сирената през различните подпериоди показва, че общото им съдържание в края на перио-да е нараснало незначително от 25,14 на 27,75 g/100 g мазнини. Тези промени се дължат на промени в концентрациите на олеиновата и вакценова киселини (Таблица 4).

A detailed examination of the distribution of saturated fatty acids showed that some medium chain fatty acids (C10:0 and C12:0) decreased significantly in course of lactation from 12.64 to 6.09 g/100g of fat (Table 3). The main long fatty acids C16:0 and C18:0 in the cheese increased by 27% and 37% (p<0,05; p<0,01). The concentration of myristic acid (C-14:0) remains unchanged throughout the lactation.

A detailed examination of the distribution of monounsaturated fatty acids (MUFA) in the cheese during the different sub-periods shows, that their total content increased insignificantly from 25,14 to 27,75 g/100g fat at the end of the period. These changes are due to changes in the concentrations of oleic acid and vaccenic acid (Table 4).

Таблица 3. Влияние на сезона върху съдържанието на наситени мастни киселини в овчето сирене (g/100g мазнина)
Table 3. Influence of the season on the content of saturated fatty acids in the white brined cheese (g/100g fat)

НМК SFA	**01. май** 01. May		**01. юни** 01. June		**01. юли** 01. July	
	x	sd	x	sd	x	sd
C-4:0	3,74	0,25	4,19	0,06	3,48	0,35
C-6:0	3,32	0,10	3,08	0,04	2,25	0,14
C-8:0	3,04	0,08	2,43	0,03	2,34	0,23
C-10:0	**8,46**	0,15	**6,54**	0,06	**3,85**	0,33
C-11:0	0,09	0,002	0,06	0,002	0,03	0,002
C-12:0	**4,18**	0,06	**3,26**	0,007	**2,24**	0,07
C-14:0	9,86	0,03	9,47	0,04	9,43	0,38
C-15iso	0,29	0,002	0,40	0,001	0,34	0,01
C-15a iso	0,65	0,005	0,68	0,001	0,56	0,02
C-15:0	1,13	0,001	1,29	0,000	1,17	0,04
C-16iso	0,27	0,003	0,29	0,002	0,27	0,001
C-16:0	**21,37**	0,11	**23,07**	0,18	**27,17**	1,44
C-17iso	0,39	0,004	0,50	0,005	0,49	0,06
C-17a iso	0,49	0,007	0,51	0,002	0,51	0,06
C-17:0	0,69	0,002	0,78	0,003	0,76	0,03
C-18:0	**7,86**	0,09	**9,89**	0,01	**10,79**	0,37
C-20:0	0,20	0,001	0,27	0,002	0,32	0,01
C-22:0	0,13	0,007	0,15	0,002	0,20	0,003

Едно детайлно разпределение на мононенаситените мастни киселини (MUFA) в сиренатa през различните подпериоди показва, че в профила на MUFA преобладава спектърът на *cis*- и *trans*-изомерите на олеиновата киселина (C18:1). Транс-изомерите на C18:1 в сиренатa намаляват непрекъснато с 21,8% през целия период, докато цис-изомерите на C18:1 нарастват от 15,95 до 20,25 g/100 g мазнини (Таблица 4). Олеиновата киселина C18:1cis9 се увеличава от 14,86 до 19,45 g/100 g мазнина (май-юли). Съдържанието на транс-мастните киселини в пробите от сирене е от голям интерес за науката. Тяхната концентрация в 11-те изомера намалява постепенно от 7,62 до 5,88 g/100 g мазнини (май-юли.) По-

A detailed distribution of monounsaturated fatty acids (MUFA) in the cheese during the different sub-periods shows, that in the MUFA profile predominate the spectrum of cis- and trans- isomers of the oleic acid (C18:1). The trans-isomers of C18:1 in the cheese decreased continuously by 21,8% during the whole period, while the cis-isomers of C18:1 increased from 15.95 to 20.25 g/100g fat (Table 4). Oleic acid C18:1cis9 increased from 14.86 to 19.45 g /100g fat (May-July). The trans-fatty acid content in the cheese samples is from great interest for the science. Their concentration in the 11 isomers decreased stepwise from 7,62 to 5,88 g /100g fat (May - July. A particular place in this regard is the

специално място в това отношение е вакценовата киселина (C18:1trans11) – нейният дял е около 45,5% от всички *trans*-изомери в сиренатa. С изключение на C-18:1t11, останалите се считат за "нежелани", поради наличието на канцерогенен ефект.

vaccenic acid (C18:1trans11) – it took about 45,5% from the trans FA in the cheese and decreased reliably from 4.16 in May to 3.03 g /100g fat in June. All trans-isomers except C-18:1t11 are considered as "undesirable", due to the presence of a carcinogenic effect.

Таблица 4. Влияние на сезона върху съдържанието на мононенаситените мастни киселини в овчето сирене (g/100g мазнина)
Table 4. Influence of the season on the content of monounsaturated fatty acids in the white brined cheese (g / 100g fat)

МНМК MUFA	**01. май** 01. May		**01. юни** 01. June		**01. юли** 01. July	
	x	sd	x	sd	x	sd
C-10:1	0,29	0,01	0,24	0,002	0,13	0,005
C-14:1	0,20	0,002	0,20	0,007	0,16	0,003
C-16:1	0,99	0,001	1,05	0,02	1,27	0,136
C-18:1tr4	**0,04**	0,02	**0,04**	0,01	**0,01**	0,005
C-18:1tr5	**0,03**	0,01	**0,05**	0,01	**0,01**	0,000
C-18:1tr6/7	**0,28**	0,003	**0,21**	0,05	**0,23**	0,01
C-18:1tr9	**0,33**	0,01	**0,28**	0,02	**0,25**	0,003
C-18:1tr10	**0,45**	0,02	**0,30**	0,02	**0,01**	0,000
C-18:1tr11	**4,16**	0,05	**3,03**	0,002	**3,97**	0,10
C-18:1tr12	**0,53**	0,01	**0,35**	0,002	**0,42**	0,004
C-18:1tr13	**0,68**	0,03	**0,36**	0,04	**0,01**	0,000
C-18:1tr15	**0,43**	0,01	**0,34**	0,07	**0,33**	0,004
C-18:1tr16	**0,69**	0,01	**0,59**	0,06	**0,64**	0,03
C-18:1cis9	**14,86**	0,26	**17,04**	0,03	**19,45**	0,61
C-18:1cis11	0,46	0,06	0,47	0,08	0,35	0,01
C-18:1cis12	0,20	0,02	0,13	0,04	0,16	0,01
C-18:1cis13	0,22	0,005	0,18	0,01	0,07	0,002
C-18:1cis15	0,21	0,004	0,17	0,03	0,22	0,02

Полиненаситените мастни киселини (PUFA) заемат последно място от основните групи на мастните киселини. В средата на проучвания период съдържанието на PUFA се понижава до 7,40 g/100 g мазнини (Таблица 5). Тяхната стойност в овчето сирене варира между 8,00 g/100 g мазнини през май до 6,00 g/100 g мазнини през юли.

Polyunsaturated fatty acids (PUFA) occupy the last place of the major fatty acid groups. In the middle of the investigated period decreased the PUFA content to 7.40 g/100 g fat (Table 5).Their value in the ewe's cheese ranges between 8.00 g/100g fat in May to 6.00 g/100g fat in July.

Таблица 5. Влияние на сезона върху съдържанието на полиненаситени мастни киселини в овчето сирене (g/100g мазнина)
Table 5. Influence of the season on the content of polyunsaturated fatty acids in the white brined cheese (g / 100g fat)

ПНМК PUFA	**01. май** 01. May		**01. юни** 01. June		**01. юли** 01. July	
	x	sd	x	sd	x	sd
C-18:2tr9,12	0,75	0,065	0,64	0,01	0,00	0,000
C-18:2cis9;12	1,57	0,005	1,60	0,01	1,78	0,054
C-18:3cis6,9,12(γ)	0,17	0,004	0,13	0,02	0,03	0,001
C-18:3cis9,12,15(α)	1,44	0,010	1,46	0,003	1,51	0,036
C-18:4 c6,9,12,15	0,05	0,001	0,04	0,004	0,03	0,000
CLA 9c,11t/8t,10c	**2,93**	0,032	**2,38**	0,01	**1,87**	0,053
CLA 11c,13t	**0,02**	0,001	**0,02**	0,003	**0,01**	0,000
CLA-11t,13c	**0,14**	0,000	**0,12**	0,02	**0,13**	0,006
CLAc9c11	**0,11**	0,001	**0,10**	0,02	**0,09**	0,001
CLA-Y	**0,05**	0,006	**0,04**	0,002	**0,04**	0,003
CLAt11t13	**0,08**	0,008	**0,08**	0,003	**0,07**	0,004
CLAt9t11	**0,18**	0,012	**0,19**	0,01	**0,03**	0,003
C-20:4n6	0,13	0,002	0,14	0,001		
C-20:5n3	0,11	0,002	0,13	0,006	0,19	0,004
C-22:3n3	0,16	0,006	0,15	0,010		
C-22:5n3	0,07	0,008	0,07	0,004	0,18	0,000

Транс изомера на линоловата киселина (C-18:2 trans 9,12) намалява в сиренето по време на лактацията, а другият изомер C-18:2 cis9,12 се увеличава с 13,4%. α-линоленовата киселина е относително ниска през разглеждания период (0.17-0.03), а α-лино-леновата киселина е относително постоянна и се увеличава от 1.44 до 1.51 g/100g мазнина по време на периода на лактация.

Съдържанието на конюгираните мастни киселини (CLA) в изследваните проби от сирена се влияе от сезона, съответно от качеството на ливадната трева (Таблица 5). Тяхното количество варира от 3.53 до 2.12 g/100 g мазнини. По отношение на храненето само конфигурациите – CLA cis9, trans11 и CLA trans9, cis11 – са важни като функционален хранителен компо-

The linoleic acid isomer C-18:2 trans9,12 decreased during the lactation and the other isomer C-18:2 cis9,12 increased by 13,4%. The α-linolenic acid was relatively low, during the considered period (0.17-0.03) and the α-linolenic acid was relatively constant and increased from 1.44 to 1.51 g/100g fat during the lactation period.

The content of conjugated fatty acids (CLA) in the studied cheese samples is influenced by the season, respectively by the quality of meadow grass (Table 5). Their amount ranges from 3.53 to 2.12 g/100g fat. In terms of nutrition, only the configurations – CLA cis9, trans11 and CLA trans9,cis11 – are important as functional nutritional component for prevention of colon and

нент за превенция от рак на дебелото черво и стомаха.

Ненаситените мастни киселини с дълги вериги (омега-3 и омега-6 мастни киселини) заемат важно място в човешкото хранене при лечението на коронарни и сърдечно-съдови заболявания (Таблица 6).

stomach cancer.

Unsaturated long-chain fatty acids (omega-3 and omega-6 fatty acids) occupy an important place in the human nutrition in the treatment of coronary and cardiovascular diseases (Table 6).

Таблица 6. Съдържание на ω-3 и ω-6 мастни киселини в овчето сирене (g/100g мазнина)
Table 6. the content of ω-3 и ω-6 polyunsaturated fatty acidsin the white brined cheese (g/100g fat)

Σ n-3 в сиренето Σ n-3 in cheese	**01. май** 01. May		**01. юни** 01. June		**01. юли** 01. July	
	x	sd	x	sd	**x**	sd
C-18:3cis9,12,15(α)	**1,44**	0,010	**1,46**	0,003	**1,51**	0,036
C-18:4 c6,9,12,15	**0,05**	0,001	**0,04**	0,004	**0,09**	0,002
C-20:5n3	**0,11**	0,002	**0,13**	0,006	**0,19**	0,004
C-22:5n3	**0,16**	0,006	**0,15**	0,010	**0,19**	0,004
C-22:6n3	**0,07**	0,008	**0,07**	0,004	**0,08**	0,003
Σ n-6 в сиренето Σ n-3 in cheese	**01. май** 01. May		**01. юни** 01. June		**01. юли** 01. July	
	x	sd	x	sd	x	sd
C-18:1tr12	**0,53**	0,013	**0,35**	0,002	**0,42**	0,004
C-18:1cis12	**0,20**	0,019	**0,13**	0,035	**0,16**	0,006
C-18:2tr9,12	**0,75**	0,065	**0,64**	0,007	**0,00**	0,000
C-18:2cis9;12	**1,57**	0,005	**1,60**	0,009	**1,78**	0,054
C-18:3cis6,9,12(γ)	**0,17**	0,004	**0,13**	0,020	**0,03**	0,001
C-20:3n6	**0,02**	0,002	**0,03**	0,000	**0,02**	0,004
C-20:4n6	**0,13**	0,002	**0,14**	0,001	**0,12**	0,008

Овчето сирене е много бедно на омега-3 мастни киселини. Тяхната концентрация се увеличава от май до юли от 1,83 до 2,17 g/100g мазнини. Обратно, омега-6 мастни киселини в сиренето намаляват от 3.45 g/100g до 2.42 g/100g мазнини. Съотношението между две групи мастни киселини варира от 1.89 до 1.12, което показва, че тестваното сирене е с нисък рисков фактор за човешкото здраве (суровини и природни храни, чийто коефициент е <5,0, имат нисък рисков фактор).

The ewe's cheese is very poor in omega-3 fatty acids. Their concentration increased from May to July from 1.83 to 2.17 g/100 g fat. In contrary, the omega-6 fatty acids in the cheese decreased from 3.45 to 2.42 g/100g fat. The ratio between two groups of fatty acids ranges from 1.89 to 1.12, indicating that the tested cheese is with low risk factor for human health (raw materials and natural foods whose factor is <5,0 have a low risk factor).

ИЗВОДИ

Настоящото изследване върху на физикохимичните показатели и състава на мастните киселини в бялото саламурено сирене от района на Средните Родопи показва, че с напредване на лактацията, концентрацията на основните групи мастни киселини се променя, което води до постепенно увеличаване на количеството мононенаситени мастни киселини (MUFA) с 10% в сравнение с полиненаситените (PUFA), чието съдържание е намалява с 25%.

Транс-изомерите на олеиновата киселина (C18:1) в сирената намалява през целия период с 21,8%, докато цис-изомерите на C18:1 се увеличават с 27%.

Проведеното изследване за динамичните промени в нивата на линоловата (C18: 2) и α-линоленовата киселина, които са субстрат за синтезата на CLA в търбуха на преживните животни (антиканцерогенна активност) показват, че анализираните проби от сирена имат висока биологична стойност (високо съдържание на CLA и ваценнова киселина). Овчите сирена получени от млякото на Каракачанската породата са важни млечни продукти с повишена биологична стойност и храна с антиканцерогенно действие.

CONCLUSIONS

The present investigation on the physicochemical and fatty acid composition of produced white brined cheese in the region of the Middle Rhodopes showed that with advance of lactation stage, the concentration of the major fatty acid groups changes, resulting in a stepwise increase in the amount of monounsaturated fatty acids by 10% compared to polyunsaturated (PUFA), which content decreased by 25%.

The trans-isomers of C18:1 in the cheese decreased continuously by 21,8% during the whole period, while the cis-isomers of C18:1 increased by 27%

Dynamic changes in the linoleic (C18:2) and alpha-linolenic acid, which are a substrate for CLA synthesis (anticancerogenic activity) in the rumen of ruminants, have been followed. Analyzed cheese samples had a high biological value (high content of CLA and vaccenic acid). Ewe's cheese from the Karakachan breed is important dairy products with an increased biological value and food with anticancerogenic action.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Abd El-Salam, M. H., A. R. Hippen, M. M. Salem, F. M. Assem, M. El-Aassar**, 2012. Survival of probiotic Lactobacillus casei and Enterococcus fecium in Domiati cheese of high conjugated linoleic acid content. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 24(2), 98-104.
2. **Alizadeh, M., A. R. Shahab Lavasani**, 2013. Effect of different types of milk on some physicochemical and sensory characteristics of Iranian white brined cheese. *Annals of Biological Research*, 4(10), 67-70.
3. **Cabiddu, A., M. Decandia, G. Molle, G. Pirna, M. Addis, S. Spada, A. Pirisi, G. Piredda**, 2003a. Effect of different pastures on CLA content in milk and sheep cheese. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2(1), 518-520.
4. **Cabiddu, A., G. Carta, G. Molle, M. Decandia, M. Addis, G. Piredda, A. Delogu, A. Pirisi, V. Lai, V. Cera, L. Taras, C. Lallai, S. Banni**, 2003b. Relationship between feeding regimen and content of conjugated linoleic acid in sheep milk and cheese. First Joint Seminar of sub-networks FAO-CIHEM on sheep and goat nutrition and mountain Mediterranein pastures, Spain, 2003, October 2-4.
5. **Collomb, M., U. Butikofer, R. Sieber, B. Jeangros, J. Bosset**, 2002. Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the lowland, mountains and highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. *Int. Dairy Journal*, 12: 661-666.

6. **Dimitrov, T., G. Mihaylova, T. Iliev, N. Naydenova**, 2008. Milk and dairy products research methods, Stara Zagora (Bg).
7. **Fenyvessy, J. and S. Szakaly**, 1995. Seminar on Production and Utilization of ewes and goats milk. Greece, Oct. 19-21, pp. 21.
8. **Ha, Y. L, N. K. Grimm, M. W. Pariza**, 1987. *Carcinogenesis*, 8, 1881-1887.
9. **Jahreis, G., J. Fritsche, J. Kraft**, 1999. Advances in conjugated linoleic acid research, Champain-Illinois, v. 1, 215-225.
10. **Jahreis, G., J. Kraft, F. Tischendorf, F. Schone, C. von Loeffelholz**, 2000. Conjugated linoleic acid. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102, 695-703.
11. **Kafedjiev, V. and G. Mihailova**, 1998. Comparative study of yield, composition, properties and technological properties of milk of Zigay and Karakachan sheep breeds. III. Fatty acids composition of milk white brine sheep cheese. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 4(4), 505-510.
12. **Mihailova, G., P. Moekel, V. Kafedjiev, G. Jahreis, Ts. Odjakova, L. Angelov**, 2004. Fatty acids in dairy products from ewe's milk. *Anim. Sci*., 4, 38-46 (Bg).
13. **Mihailova, G. and M. Dzhorbineva**, 1997. *Analytical Laboratory* 2, 104-107 (Bg).
14. **Mijačević, Z., S. Bulajić**. 2008. Sensory evaluation and microbiological characterization of autochthonous Sombor cheese. *Acta Veterinaria* (Beograd), 58(5-6), 531-541.
15. **Oliveira, M. E. G., E. F. Garcia, R. C. R. do Egypto Queiroga, E. L. de Souza**, 2012. Technological, physicochemical and sensory characteristics of a Brazilian semi-hard goat cheese (coalho) with added probiotic lactic acid bacteria. *Scientia Agricola*, 69(6), 370-379
16. **Pirisi, A., M. Addis, G. Piredda, M. Pes, S. Fures, S. Sprada, F. Tavera, S. Banni**, 2004. C18:2 9-cis, 11trans and its Precursors Concentration in intermediate and final products of the cheese making. IDF Symposiumon Cheese: Ripening, Characterization & Technology, 2004, March 21-25.
17. **Shahab, Lavasani A. R.**, 2014. Effect of Different Concentrations of Rennet on Some Parameters of White Brine Cheese. *Adv. Environ. Biol.*, 8(13), 235-238.
18. **Tsuda, T., M. Yamada, S. Nakagawa, F. Tsukasaki, Y. Nakazawa**, 1994. Cheese production. *Milchwissenschaft*, 4, 200-204.
19. **Tsvetkova, V. and L. Angelow**, 2013. Influence of botanical diversity in the natural and cultivated pastures on the lipid content and fatty acids composition of grass in the region of the Middle Rhodopes. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 19(1), 81-86.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (2), 15-28 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Транс мастни киселини, биологичноактивни вещества и оценка на мастнокиселинния състав в козе мляко

Силвия Иванова[1]*, Цветелина Димитрова[2], Светослава Стойчева[2], Пенко Зунев[2], Любомир Ангелов[1], Николина Найденова[3]

[1]Институт по криобиология и хранителни технологии, бул. „Черни връх“ 53, 1407 София, България
[2]Институт по планинско животновъдство и земеделие, ул. „В. Левски“ 281, 5600 Троян, България
[3]Тракийски университет, Аграрен факултет, Студентски град, 6000 Стара Загора, България
**E-mail: sylvia_iv@abv.bg*

Trans fatty acids, biological active substances and assessment of fatty acid composition in goat milk

Silviya Ivanova[1]*, Cvetelina Dimitrova[2], Svetoslava Stoicheva[2], Penko Zunev[2], Lujbomir Angelov[1], Nikolina Naydenova[3]

[1]Institute of Cryobiology and Food Technology, Agricultural Academy, 53 Cherni vrah Blvd., 1407 Sofia, Bulgaria
[2]Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, 281 "V. Levski" Str., 5600 Troyan, Bulgaria
[3]Trakia University, Faculty of Agriculture, Students' campus, 6000 Stara Zagora, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

Настоящето проучване цели да се установи съдържанието на естествени транс мастни киселини (ТМК), биологичноактивни и антиканцерогенни компоненти в козе мляко от три породни групи – Българска Бяла млечна (ББМ) и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) в хода на лактацията, както и да се направи оценка на мастнокиселинния състав на млечната мазнината, като здравословен източник при храненето на човека. Общото съдържание на ТМК в изследваните млека при отделните породни групи варира от 1,35 до 2,34 g/100g мазнина при ББМ, от 1,24 до 1,86 g/100g мазнина при ББМхАН и от

SUMMARY

This study aims to determine the content of natural trans fatty acids (TFA), biological active and anticancer components in goat milk from three breed groups – White Bulgarian Dairy (WBD) and its crosses with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation and to evaluate the fatty acid composition of fat as a healthy source in human nutrition.

The total content of TFA in the analysed milk in different breed groups vary from 1,35 to 2,34 g/100g fat at WBD, from 1,24 to 1,86 g/100g fat in WBDxAN and 1,07 to 2,25 g/100g fat in WBDxTG, conditioned

1,07 до 2,25 g/100g мазнина при ББМхТГ, обусловено от сезонните колебания в съдържанието на ваксеновата киселина (40 и 67%) от общото съдържание на ТМК в зависимост от породата. Концентрацията на CLA в изследваните млека е с най-високо съдържание при ББМ от 0,34 до 0,51 g/100g мазнина. Количеството на омега-3 мастните киселини в козите млека варира от 0,44 до 1,05, а при омега-6 мастните киселини от 1,85 до 2,21 g/100g мазнина при отделните породни групи.

Липидният превантивен скор е най-нисък при млякото, получено от ББМ – 9,24 до 11,60 g/100 ml мляко. Млякото, получено от ББМ е с най-нисък атерогенен и тромбогенен индекс, съответно 2,19 до 3,44 и от 2,19 до 3,22 и съотношение на хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини от 0,45 до 0,71.

Изследваните млека от различни породни групи, се определят като хранителен продукт с ниско съдържание на ТМК (от 0,06 до 0,10 g/100 ml мляко) и високо съдържание на НМК (от 3,2 до 4,56 g/100 ml мляко).

Ключови думи: козе мляко, транс мастни киселини, CLA, омега-3, омега-6

by the content of trans vaccenic acid (40 and 67%) of the total content of TFA depending on the breed.

The concentration of CLA in studied milk is highest at WBD from 0,34 to 0,51 g/100g fat. The amount of omega-3 fatty acids in the analysed milk from goats ranges from 0,44 to 1,05, and omega-6 fatty acids from 1,85 to 2,21 g/100g fat in different breed groups.

The lipid preventive score is the lowest in the milk from WBD – 9,24 to 11,60 g/100 ml milk. The milk obtained from WBD have a lowest atherogenic and thrombogenic index, respectively 2,19 to 3,44 and from 2,19 to 3,22 and a ratio of hyper- and hypocholesterolemic fatty acids from 0,45 to 0,71.

The analysed milk from different breed groups were characterized as foodstuffs with a low content of TFA (from 0,06 to 0,10 g/100g milk) and a high content of SFA (from 3,2 to 4,56 g/100g milk).

Key words: goat milk, trans fatty acid, CLA, omega-3, omega- 6

УВОД

Козите имат много уникални разлики в анатомията, физиологията и биохимията, което ги различава от овцете и говедата, поради което млякото и млечните продукти от кози имат специфични свойства и играят важна роля в храненето на човека. Козето мляко и продуктите от него имат три основни значения за храненето на човека: изхранване на повече гладуващи и недохранени хора в развиващия се свят; лечение на хора страдащи от млечна алергия към кравето мляко и стомашно-чревни разстройства, което е важна част от диетата на много популации от развитите страни и

INTRODUCTION

Goats have very unique differences in anatomy, physiology and biochemistry, which distinguishes them from sheep and cattle and therefore milk and goat's dairy products have specific properties and play an important role in human nutrition.

Goat milk and its products have three main meanings for human nutrition: feeding more starving and malnourished people in the developing world; treating people suffering from milk allergy to cow's milk and gastrointestinal disorders, which is an important part of the diet of many populations in developed countries and satisfying the gastronomic needs of dairy

задоволяване на гастрономическите нужди на ценителите на млечни (по-голям пазарен дял в много от развитите страни) продукти.

Козето мляко се характеризира с ниско съдържание на късо и средно-верижни мастни киселини, които са приети като медицински стойности за редица смущения и заболявания при човека (Kumar et al., 2012).

Мастнокиселинният състав на мазнината на козето мляко може да се промени в посока на увеличаване на полезните мастни киселини чрез различни режими на хранене и използването на различни добавки към фуражите за кози. Козите изхранвани с високо съдържание на естествен хранителен ресурс имат увеличено съдържание на мазнина в млякото и по-висока концентрация на C4:0, C6:0, C18:0, C18:1, C18:3, C20:0, iso-, aiso- и мастни киселини с нечетен брой въглеродни атоми, докато C10:0, C12:0, C14:0, C16:0 и C18:2 са с по-ниско съдържание в сравнение с козите отглеждани оборно и хранени с конвенционални фуражи. Фуражът богат на люцерна води до понижаване съдържанието на нежеланите транс мастни киселини C18:1 в млякото. Намаляването съдържанието на фибри и увеличаването на зърнения фураж при дневния прием на козите води до повишаване на количеството на C18:1 транс мастните киселини в млякото. Трансмастни киселини във високи концентрации увеличават концентрацията на LDL-холестерола и понижават съдържанието на HDL-холестерола в кръвта в сравнение при хранене с високо съдържание на цис мононенаситени мастни киселини или полиненаситени мастни киселини. Хранителният прием на транс мастни киселини трябва да бъде до 4% от енергийния прием, при по-високи концентрации от 5 до 6% от дневния енергиен прием, нараства съдържанието на LDL-холестерола и се понижава съдържанието на HDL-

connoisseurs (greater market share in many developed countries).

Goat milk is characterized by a low content of short and medium chain fatty acids, which are accepted as medical values for a number of disorders and diseases in humans (Kumar et al., 2012).

The fatty acid composition of goat's milk fat may change in the direction of increasing the useful fatty acids through different diet regimes and the use of various supplements for goats.

Goats fed with high content of natural nutrition have an increased fat content in milk and a higher concentration of C4: 0, C6: 0, C18: 0, C18: 1, C18: 3, C20: 0, iso-, aiso- and fatty acids with an odd number of carbon atoms, whereas C10: 0, C12: 0, C14: 0, C16: 0 and C18: 2 are lower content in comparison to goats reared indoor and fed with conventional provender.

Alfalfa-rich feed leads to a decrease C 18:1 unwanted trans fatty acids in milk. Reducing the fiber content and increasing the grain feed in daily intake of goat consumption leads to an increase in the amount of C18: 1 trans fatty acids in milk.

Trans fatty acids at high concentrations increase the LDL-cholesterol concentration and decrease the HDL-cholesterol content of the blood compared to a high cis monounsaturated or polyunsaturated fatty acid.

Food intake of trans fatty acids should be up to 4% of the energy intake, at higher concentrations from 5 to 6% of the daily energy intake increasing the LDL-cholesterol content and decrease the HDL-cholesterol in the blood.

холестерола в кръвта. Съдържанието на транс мастни киселини в млечните мазнини варира в зависимост от сезона, района на отглеждане и различните хранителни практики за отглеждането на животните. Те варират в диапазона от 2 до 8% (Hay et al., 1970; Larque et al., 2001; Mozaffarian et al., 2006). Манипулирането на хранителния режим на козите за повишаването на съдържанието на полезните ненаситени мастни киселини в козето мляко чрез специални фуражни добавки може да подобри хранителната стойност на млякото и да ги превърне във "функционални храни". Конюгираната линолова киселина (CLA), е идентифицирана като мощен антиканцероген и се предлага в храненето на човека чрез използването на млечните продукти, но за съжаление не е много добре проучена в козето мляко и млечни продукти (Haenlein, 2004).

Преобладаващият източник на CLA при храненето на човека са преди всичко хранителните продукти от преживните животни. Млечните продукти осигуряват около 70% от приема на CLA, а продуктите от говеждо месо осигуряват около 25% (Ritzenthaler et al., 2001). Различните изомери на CLA се съдържат в мазнините от преживните животни, но CLA изомерът 9c,11t е преобладаващата форма, чието съдържание е около 75-90% от общото съдържание на CLA (Bauman et al., 2003).

Настоящето проучване цели да се установи съдържанието на естествени транс мастни киселини (ТМК), биологичноактивни и антиканцерогенни компоненти в козе мляко от три породни групи – Българска Бяла млечна (ББМ) и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) в хода на лактацията, както и да се направи оценка на мастнокиселинния състав на млечната мазнината, като здравословен източник при храненето на човека.

The trans fatty acid content of milk fat varies depending on the season, farming area and various nutritional practices for animal husbandry.

They vary in the range of 2 to 8% (Hay et al., 1970; Larque et al., 2001; Mozaffarian et al., 2006). Manipulating the diet of goats to increase the content of beneficial unsaturated fatty acids in goat milk through special supplement feed can improve the nutritional value of milk and turn them into "functional foods".

Conjugated linoleic acid (CLA) has been identified as a potent anticancer agent and is available in human nutrition by using dairy products but unfortunately not very well studied in goat milk and dairy products (Haenlein, 2004).

The predominant sources of CLA in human nutrition are primarily foodstuff from ruminants. Dairy products provide about 70% of CLA intake and products from beef meat provide about 25% (Ritzenthaler et al., 2001). Different CLA isomers are found in ruminant fats, but the isomer CLA 9c,11t is the predominant form, whose content is about 75-90% of the total CLA content (Bauman et al., 2003).

This study aims to determine the content of natural trans fatty acids (TFA), biological active and anticancer components in goat milk from three breed groups – White Bulgarian Dairy (WBD) and its crosses with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation and to evaluate the fatty acid composition of fat as a healthy source in human nutrition.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследвани са дванайсет проби мляко от три породни групи – Българска Бяла млечна (ББМ) и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска

MATERIAL AND METHODS

The investigated milk from three breed groups – White Bulgarian Dairy (WBD) and its crosses with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG)

(ББМхТГ) през лактацията (3 х 4 броя) за мастнокиселинен състав и установяване на съдържанието на транс мастни киселини, биологично активни и антиканцерогенни субстанции в мастната фракция. Екстракцията на общи липиди е извършена по метода на Roese-Gottlieb, посредством диетилов и петролеев етер и последващо метилиране с помощта на натриев метилат (CH_3ONa, Merck, Darmstadt) и сушене с $NaHSO_4.H_2O$. Метиловите естери на мастните киселини /FAME/ са анализирани с помощта на газов хроматограф Shimadzu-2010 (Kioto, Japan) снабден с пламъчно-йонизационен детектор и автоматична инжекционна система (AOC-2010i). Анализът е извършен на капилярна колона CP 7420 (100m x 0.25mm i.d.,0.2µm film, Varian Inc., Palo Alto, CA). За носещ газ е използван водород, а като make-up газ - азот.

Качествената оценка на млечната мазнина включва следните показатели: липиден превантивен скор (ЛПС), атерогенен (AI) и тромбогенен индекс (TI) (Ulbricht and Southgate, 1991), съотношението между хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини (h/H), транс мастни киселини и количеството на наситените мастни киселини (Regulation (EC) No 1924/2006), изчислени по следния начин:

ЛПС= ОЛ +2х НМК- МНМК- 0,5 ПНМК

AI= 12:0+ 4×14:0 +16:0 /[ΣMUFAs+PUFA n6+PUFA n3]

TI=(14:0+16:0+18:0)/[0.5×ΣMUFAs+0.5×PUFA n6+3×PUFA n−3+PUFA n3/ PUFA n6]

h/H=(C18:1n-9+C18:1n-7+C18:2n-6+C18:3n-3+C18:3n-6+C20:3n-6+C20:4n-6+C20:5n-3+C22:4n-6+C22:5n-3+C22:6n-3)/(C14:0+C16:0)

Данните са обработени по методите на вариационната статистика посредством статистическия пакет на компютърната програма EXCEL 2013.

during the lactation (3 x 4 pieces) for fatty acid composition and determine the content of trans fatty acids, biologically active and anticarcinogenic substances in the fatty fraction. The extraction of the total lipids was done by the method of Roese-Gottlieb with diethyl and petroleum ether and subsequent methylation with sodium methylate (CH3ONa, Mersk, Darmstadt) and dried with NaHSO4.H2O. The fatty acids methyl esters /FAME/ was analyzed with the aid of gas chromatograph Shimadzu-2010 (Kyoto, Japan) equipped with a flame ionisation detector and an automatic injection system (AOC-2010i). The analysis was made on a capillary column CP7420 (100m x 0,25mm i.d., 0,2µm film, Varian Inc., Palo Alto, CA). For the carrier gas hydrogen is used, and as a make-up gas - nitrogen.

The qualitative assessment of the fat fraction comprises the following parameters: lipid preventive score (LPS), atherogenic (AI) and thrombogenic (TI) index (Ulbricht and Southgate, 1991), the ratio between hyper- and hypocholesterolemic (h/H) fatty acids, trans fatty acids and the amount of saturated fatty acids (Regulation (EC) No 1924/2006).

LPS= FAT +2x SFA- MUFA- 0,5 PUFA

AI= 12:0+ 4×14:0 +16:0 /[ΣMUFAs+PUFA n6+PUFA n3]

TI=(14:0+16:0+18:0)/[0.5×ΣMUFAs+0.5×PUFA n6+3×PUFA n−3+PUFA n3/ PUFA n6]

h/H=(C18:1n-9+C18:1n-7+C18:2n-6+C18:3n-3+C18:3n-6+C20:3n-6+C20:4n-6+C20:5n-3+C22:4n-6+C22:5n-3+C22:6n-3)/(C14:0+C16:0)

The data are processed by the methods of variation statistics using statistical package the computer program EXCEL 2013.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Мастнокиселинният състав е важна характеристика на масления фракция за определяне на съдържанието на транс мастни киселини и биологичноактивни компоненти. Наситените мастни киселини в изследваните породни групи варират през периода на лактацията, като през май е уста-

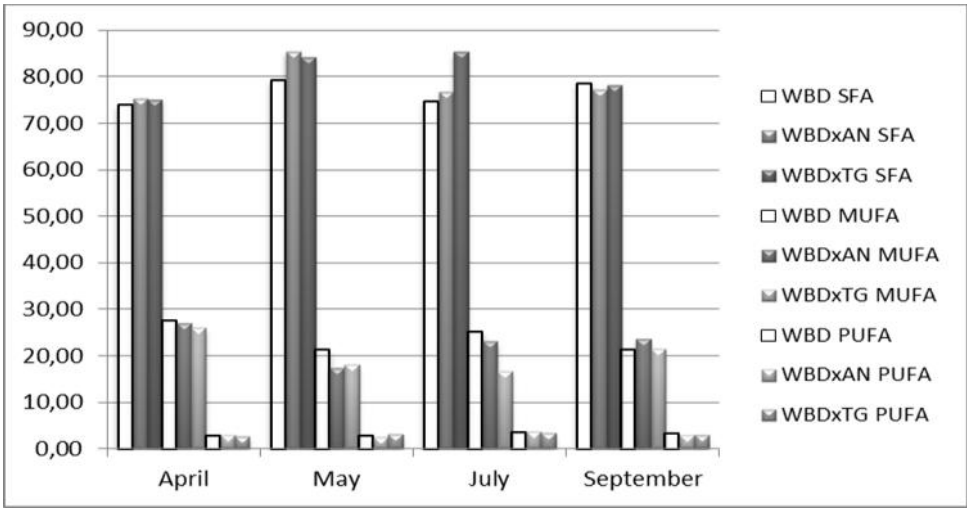
RESULTS AND DISCUSSION

Fatty acid composition is an important characteristic of the fat fraction for determining the content of trans fatty acids and biologically active components.

Saturated fatty acids in the studied breed groups varied during the lactation period and on May have the highest

новена най-висока концентрация и при трите породни групи, както следва 79,11 g/100g мазнина при ББМ, 85,35 g/100g мазнина при ББМхАН и 84,04 g/100g мазнина при ББМхТГ (Фигура 1).

concentration was found for all three breed groups as follows: 79,11 g/100g fat in WBD, 85,35 g/100g fat at WBDxAN and 84,04 g/100 g fat in WBDxTG (Figure 1).



Фиг. 1. Мастнокиселинен състав (g/100g мазнини) на козе мляко от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

Fig. 1. Fatty acid composition (g/100g fat) of goat milk by three breed groups - WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Най-ниско съдържание на наситени мастни киселини е установено при ББМ от 73,83 до 79,11 g/100g мазнина, докато при ББМхТГ – най-висока от 75,14 до 85,23 g/100g мазнина. Мононенаситените мастни киселини и при трите породни групи са с най-висока концентрация през април и най-ниска през май при ББМ и ББМхАН, докато при ББМхТГ е през юли. ББМ се характеризира с високо съдържание на мононенаситени мастни киселини през целия период от 27,61 до 21,31 g/100g мазнина, а ББМхТГ с най-ниското съдържание на MUFA от 26,00 до 16,61 g/100g мазнина с тенденция към намаляване. Полиненаситените мастни киселини са с най-висока концентрация и при трите породни групи през месец юли, съответно 3,48 g/100g мазнина при ББМ,

The lowest content of saturated fatty acids was established in WBD from 73,83 to 79,11 g/100g fat, while at WBDxTG is the highest content from 75,14 to 85,23 g/100g fat. Monounsaturated fatty acids in three breed groups are highest in April and the lowest in May at WBD and WBDxAN, while at WBDxTG in July. WBD is characterized with a high content of monounsaturated fatty acids over the entire period from 27,61 to 21,31 g/100g fat and WBDxTG with the lowest MUFA from 26,00 to 16,61 g/100g fat with a tendency to decrease.

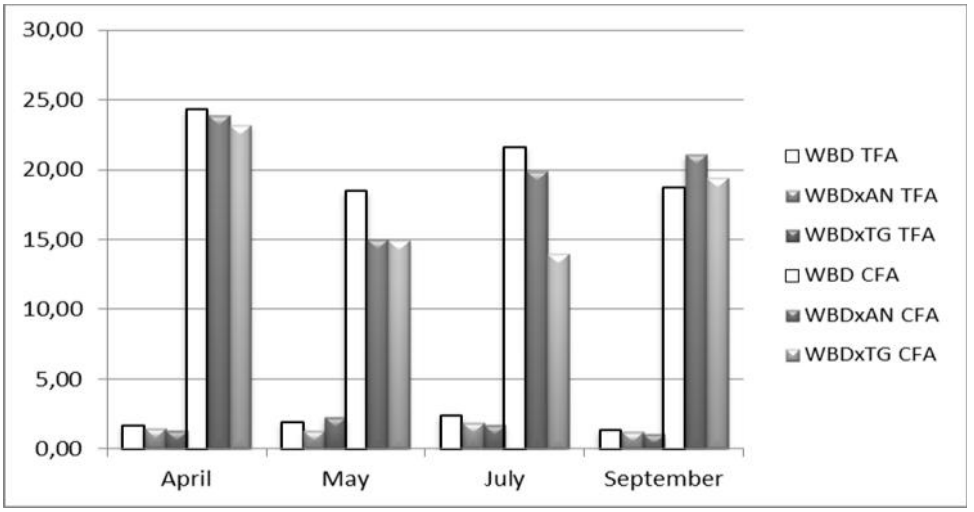
Polyunsaturated fatty acids have the highest concentration in three breed groups in July, respectively 3,48 g/100g fat in WBD, 3,70 g/100g fat at WBDxAN

3,70 g/100g мазнина при ББМхАН и 3,40 g/100g мазнина при ББМхТГ.

Общото съдържание на цис и транс изомерите на мастните киселини е представено на Фигура 2.

and 3,40 g/100g fat at WBDxTG.

The total content of cis and trans isomers of fatty acids is shown in Figure 2.



Фиг. 2. Транс и цис мастни киселини (g/100g мазнини) в козе мляко от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

Fig. 2. Trans and cis fatty acids (g/100g fat) of goat milk by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

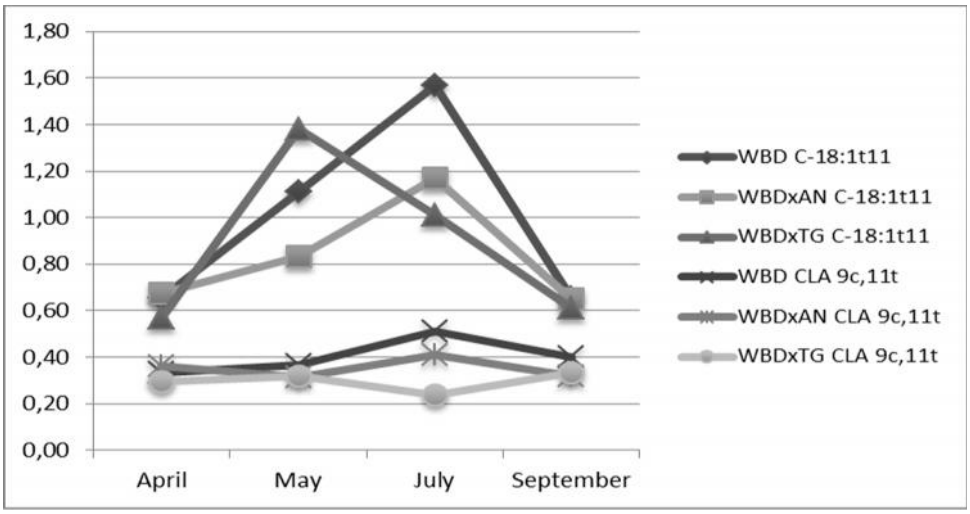
Транс изомерите в млякото от ББМ варира от 1,35 до 2,34 g/100g мазнина, при ББМхАН от 1,24 до 1,86 g/100g мазнина и от 1,07 до 2,25 g/100g мазнина при ББМхТГ. Следователно най-добре се синтезират при ББМ и най-слабо при ББМхТГ породни групи. Цис изомерите през анализираният период е с най-високи стойности при ББМ от 18,45 до 24,30 g/100g мазнина и най-ниско при ББМхТГ от 13,99 д о 23,20 g/100g мазнина. Транс ваксеновата киселина при млякото от различни породни групи е с по-високи стойности в средата на разглеждания период и с наполовина по-ниски в началото и края на лактацията. Синтезата на транс ваксеновата киселина е най-добре обусловена при млякото от ББМ (от 0,65 до 1,57 g/100g мазнина), следвано от млякото при

Trans isomers in WBD milk range from 1,35 to 2,34 g/100 g of fat, on WBDxAN from 1,24 to 1,86 g/100 g fat and from 1,07 to 2,25 g/100 g fat at WBDxTG. Therefore, they are best synthesized at WBD and the lowest at WBDxTG breed groups. Cis isomers during the analyzed period have the highest values in WBD from 18,45 to 24,30 g/100g fat and the lowest at WBDxTG from 13,99 g to 23,20 g/100g fat. Trans vaccinic acid in milk of different breed groups has higher values in the middle of the study period and is half the lower at the beginning and in the end of lactation.

The trans vaccenic acid synthesis is the best for milk of WBD (from 0,65 to 1,57 g/100g fat), followed by milk of WBDxTG (from 0,57 to 1,38 g/100g fat) and

ББМхТГ(от 0,57 до 1,38 g/100g мазнина) и ББМхАН (от 0,65 до 1,17 g/100g мазнина) (Фигура 3).

WBDxAN (from 0,65 to 1,17 g/100 g , fat) (Figure 3).



Фиг. 3. Ваксенова киселина и CLA (g/100g мазнини) в козе мляко от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

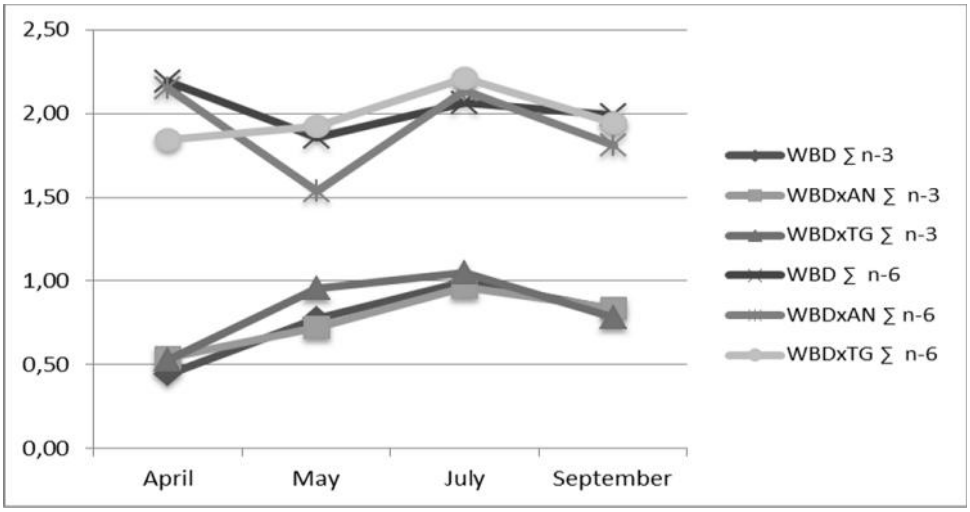
Fig. 3. Trans vaccenic and CLA (g/100g fat) of goat milk by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Спрегнатата линолова киселина е с най-ниска концентрация при млякото, получено от ББМхТГ – от 0,24 до 0,33 g/100g мазнина и с най-високо съдържание при ББМ от 0,34 до 0,51 g/100g мазнина. CLA бележи своя пик през месец юли при млякото от ББМ и ББМхАН, докато при млякото от ББМхТГ през месец септември.

Биологично активните омега-3 и омега-6 мастни киселини в изследваните млека от три породни групи са представени на Фигура 4.

The concentration of conjugated linoleic acid is lowest of milk obtained from WBDxTG - 0,24 to 0,33 g/100g fat and with the highest content of WBD from 0,34 to 0,51 g/100g fat. CLA marked its peak on the July in milk from WBD and WBDxAN, while in milk from WBDxTG on September.

The biologically active omega-3 and omega-6 fatty acids in the tested milk of three breed groups are presented in Figure 4.



Фиг. 4. Омега- 3 и омега-6 мастни киселини (g/100g мазнини) в козе мляко от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

Fig. 4. Omega- 3 and Omega- 6 fatty acids (g/100g fat) of goat milk by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Омега-3 мастните киселини в млякото са с най-ниска концентрация в началота на лактацията (април), съответно 0,44 g/100g мазнина при ББМ, 0,54 g/100g мазнина при ББМхАН и 0,53 g/100g мазнина при ББМхТГ и с най-високо съдържание през месец юли, както следва 0,99 g/100g мазнина при ББМ, 0,96 g/100g мазнина при ББМхАН и 1,05 g/100g мазнина при ББМхТГ. Омега-6 мастните киселини в млякото и от трите породни групи са сравнително стабилни, като най-ниско е тяхното съдържание през месец май – 1,86 g/100g мазнина при ББМ, 1,54 g/100g мазнина при ББМхАН, а през април при ББМхТГ – 1,85 g/100g мазнина. Съотношението между двете групи мастни киселини намалява при ББМ от 4,94 до 2,40, при ББМхАН от 3,97 до 2,17 и при ББМхТГ от 3,49 до 2,49 в края на лактацията, което се определя от по-високото съдържание на омега-3 мастни киселини и най-вероятно техният синтез при прехода от оборно към пасищно отглеждане.

Качествената оценка на мастна-

Omega-3 fatty acids in milk have the lowest concentration at the onset of lactation (April), respectively 0,44 g/100 g fat in WBD, 0,54 g/100 g fat unto WBDxAN and 0,53 g/100 g fat in WBDxTG and the higest content on July as follows: 0,99 g/100 g fat in WBD, 0,96 g/100 g fat on WBDxAN and 1,05 g/100 g fat at WBDxTG.

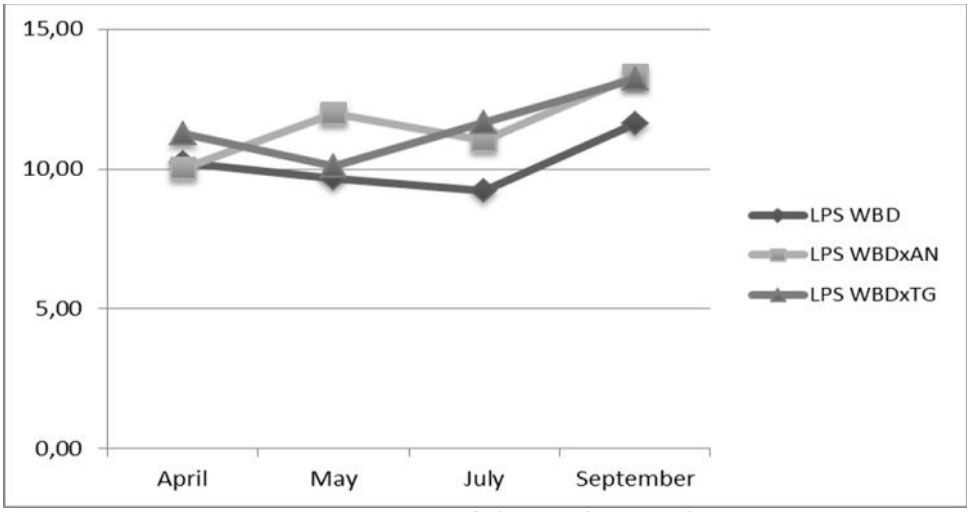
The omega-6 fatty acids in the milk of the three breed groups are relatively stable, with the lowest content on May – 1.86 g / 100g fat in WBD, 1,54 g / 100g fat in WBDxAN, and on April in WBDxTG- 1,85 g / 100 g fat.

The ratio between the two groups of fatty acids decreases in WBD from 4,94 to 2,40, in WBDxAN from 3,97 to 2,17 and in WBDxTG from 3,49 to 2,49 at the end of lactation, which is determined with high content of omega-3 fatty acids and most likely their synthesis in the transition from indoor to pasture grass rearing.

The qualitative assessment of the

та фракция е направена въз основа на следните показатели: липиден превантивен скор, атерогенен и тромбогенен индекс и съотношението между хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини (Фигура 5, 6, 7, 8).

fat fraction is based on the following indicators: lipid pretreatment score, atherogenic and thrombogenic index and the ratio of hyper- and hypocholesterolemic fatty acids (Figure 5, 6, 7, 8).



Фиг. 5. Липиден превентавин скор (g/100 ml мляко) в козе мляко от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

Fig. 5. Lipid preventavin score (g/100 ml milk) of goat milk by three breed groups– WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Липидният превантивен скор в козето мляко варира от 9.24 до 13.35 g/100g продукт. Той е най-нисък при млякото от ББМ от 9,24 до 11,60 g/100g продукт, докато при млякото от ББМхАН варира от 10,03 до 13,35 g/100g продукт и при ББМхТГ от 10,09 до 13,23 g/100g продукт. Изследваните млека и от трите породни групи се характеризират с най-висока стойност за ЛПС в края на лактацията, което се определя от нарастване на количеството на мазнините в млякото и повишаване на наситените мастни киселини в мастната фракция. Атерогенният индекс дава взаимовръзката между сумата на основните наситени мастни киселини и ненаситените мастни киселини, като първите се считат за проатерогенни (благоприятстват адхезия-

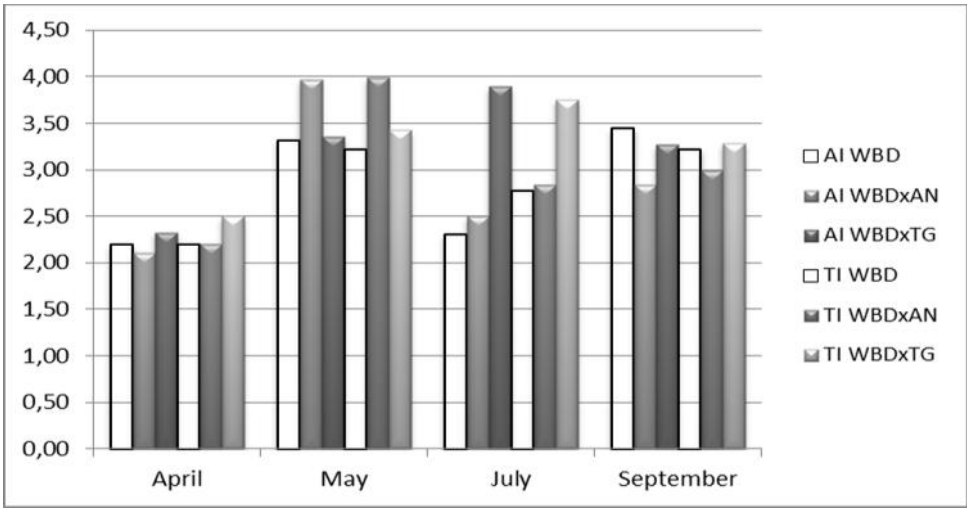
The lipid preventive score in goat milk ranged from 9,24 to 13,35 g/100g product. It is lowest for milk of WBD from 9,24 to 11,60 g/100g product, whereas in WBDxAN milk varies from 10,03 to 13,35 g/100g product and in WBDxTG from 10,09 to 13,23 g/100 g product.

The analyses milk of three breed groups is characterized by the highest value for LPS at the end of lactation, which is determined by the increase in the amount of milk fat and the increase in saturated fatty acids in the fat fraction. The atherogenic index gives the correlation between the sum of the main saturated fatty acids and the unsaturated fatty acids, the former being considered pro-atherogenic (favoring the adhesion of lipids in the cells of the immune and

та на липиди в клетките на имунната и кръвоносната система), а вторите за анти атерогенни (инхибират агрегацията на плаки и намаляват нивата на естерифицирани мастни киселини, холестерол, и фосфолипиди, като по този начин предотвратяват появата на микро- и макро- коронарни заболявания). Тромбогенният индекс дава тенденцията за образуване на съсиреци в кръвоносните съдове и се дефинира като съотношение между протромбогенните (наситени мастни киселини) и антитромбогенните (мононенаситени и полиненаситените омега-3 и омега-6 мастни киселини) мастни киселини (Ghaeni et. al., 2013). Тромбогенният и атерогенният индекс, като показатели не трябва да надвишават 1,00, докато холестеролемичният индекс да е над 1,00 (Ivanova and Hadzhinikolova, 2015). Атерогенният индекс при изследваните млека от три породи кози варира от 2,19 до 3,97. Млякото, получено от ББМ се отличава с най-ниски стойности за АИ от 2,19 до 3,44 (Фигура 6).

circulatory system) and the second are anti- atherogenic (inhibit plaque aggregation and decrease levels of esterified fatty acids, cholesterol and phospholipids, thus preventing the occurrence of micro- and macro-coronary diseases).

The thrombogenic index gives the tendency to clot formation in blood vessels and is defined as the ratio between prothrombogenic (saturates) and antithrombogenic (monounsaturated and polyunsaturated omega-3 and omega-6 fatty acids) fatty acids (Ghaeni et al., 2013). The thrombogenic and atherogenic index, as indicators, should not exceed 1.00 while the cholesterol index is above 1.00 (Ivanova and Hadzhinikolova, 2015). The atherogenic index in the tested milk of three goat breeds ranged from 2,19 to 3,97. The milk obtained from WBD is distinguished with lowest values of AI from 2,19 to 3,44 (Figure 6).



Фиг. 6. Тромбогенен и атерогенен индекс в козе мляко от три породни групи– ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

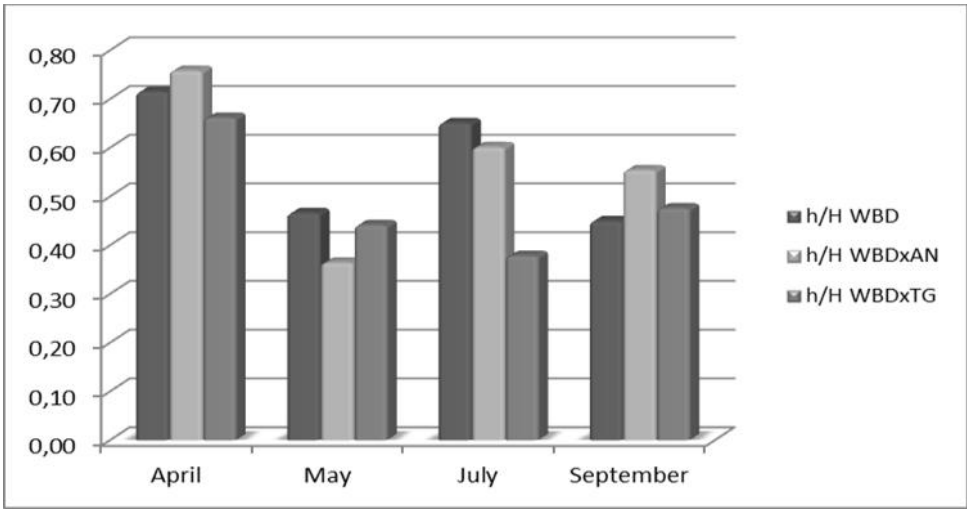
Fig. 6. Thrombogenic and atherogenic index in goat milk by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Тромбогенният индекс запазва тенденцията на измененията при атерогенния индекс в козето мляко, но с малко по-високи стойности спрямо него, съответно за ББМ от 2,19 до 3,22, при ББМхАН от 2,20 до 3,99 и при ББМхТГ от 2,50 до 3,75.

Изследваните млека от кози се характеризират с нисък холестеролемичен индекс (под 1.0). Млякото, получено то ББМ е с h/H от 0,45 до 0,71, при ББМхАН от 0,36 до 0,76, а при ББМхТГ от 0,38 до 0,66. Най-високи са стойностите за холестеролемичния индекс и при трите породни групи през месец април (Фигура 7).

The thrombogenic index maintains the trend of changes in the atherogenic index in goat milk, but with somewhat higher values for WBD from 2,19 to 3,22, in WBDxAN from 2,20 to 3,99 and for WBDxTG from 2,50 to 3,75.

The analyzed goat's milk is characterized by a low cholesterolemic index (less than 1.0). The milk obtained by BBM has a h/H from 0,45 to 0,71, for a WBDxAN from 0,36 to 0,76 and in WBDxTG from 0,38 to 0,66. The highest values for the cholesterolemic index were in the three breed groups on April (Figure 7).



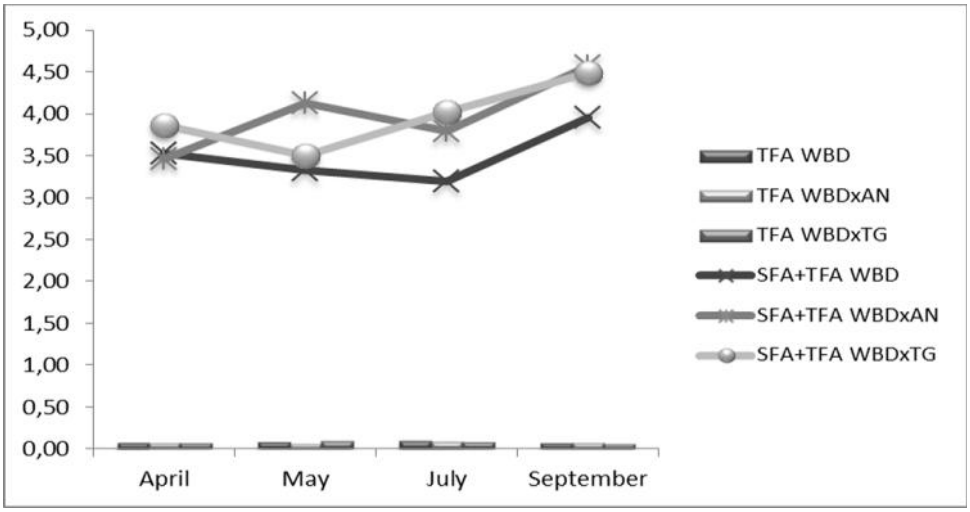
Фиг. 7. Съотношение между хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини в козе мляко от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията
Fig. 7. Ratio between hyper- and hypocholesterolemic fatty acids in goat milk by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Транс мастните киселини, получени по естествен път са от важно значение за храненето при човека и са предмет на редица научни изследвания. Млякото от различни породни групи е със съдържание на ТМК при ББМ от 0,07 до 0,10 g/100 ml мляко, при ББМхАН от 0,06 до 0,09 g/100 ml мляко и при ББМхТГ от 0,06 до 0,09 g/100 ml мляко (Фигура 8). Получените

Trans fatty acids, obtained by naturally way are important for human nutrition and are the subject of a number of scientific studies. The milk of different breed groups has TFA content in WBD from 0,07 to 0.10 g/100 ml milk, in WBDxAN from 0,06 to 0,09 g/100 ml milk and in WBDxTG from 0,06 to 0,09 g/100 ml milk (Figure 8). The results obtained for the samples that have been collected

резултати за изследваните образци ни дават основание да ги отнесем към продукти с ниско съдържание на ТМК, съгласно Регламент (ЕО) № 1924/2006.

give us reason to refer them to products with low TFA content under Regulation (EC) No 1924/2006



Фиг. 8. Транс мастни киселини и наситени мастни киселини в g/100 ml мляко в козе мляко от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

Fig. 8. Trans fatty acids and saturated fatty acids in g/100 ml milk of goat milk produced by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Съдържанието на наситени мастни киселини в изследваните млека варира през лактацията както следва при ББМ от 3,20 до 3,96 g/100 ml течност, при ББМхАН от 3,47 до 4,56 g/100 ml мляко и при ББМхТГ от 3,50 до 4,49 g/100 ml течност. Това ги определя като мляко с високо съдържание на наситени мастни киселини (над 0,75 g/100 ml мляко). Най-ниски стойности за наситените мастни киселини са установени при породата Българска Бяла Млечна коза.

The content of saturated fatty acids in the analyses milk ranged during the lactation as follows for WBD from 3,20 to 3,96 g/100 ml milk, in WBDxAN from 3,47 to 4,56 g/100 ml milk and in WBDxTG from 3.50 to 4.49 g/100 ml milk. This defines them as milk with a high content of saturated fatty acids (over 0.75 g/100 ml milk). The lowest values for saturated fatty acids were established in the White Bulgarian Dairy goat breed.

ИЗВОДИ

Отглеждането на козите от три различни породни групи при едни и същи условия, води до синтезиране на различно количество транс мастни киселини, което е обусловено от породните различия и варира от 1,35 до 2,34 g/100g мазнина при ББМ, от

CONCLUSIONS

Rearing of goats from three different breed groups under the same conditions leads to synthesis of different amount trans fatty acids, which is determined by breed differences and varies from 1,35 to 2,34 g/100g fat in WBD, from 1,24 to 1,86 g/100 g fat in

1,24 до 1,86 g/100g мазнина при ББМхАН и от 1,07 до 2,25 g/100g мазнина при ББМхТГ. Млякото, получено от ББМ е с най-нисък атерогенен и тромбогенен индекс, съответно 2,19 до 3,44 и от 2,19 до 3,22 и съотношение на хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини от 0,45 до 0,71.

Изследваните млека от трите породни групи кози се определят като хранителен продукт с ниско съдържание на ТМК (от 0,06 до 0,10 g/100 ml мляко) и високо съдържание на НМК (от 3,2 до 4,56 g/100 ml мляко).

WBDxAN and from 1,07 to 2,25 g/100 g fat in WBDxTG. The milk obtained from WBD has the lowest atherogenic and thrombogenic index, respectively from 2,19 to 3,44 and 2,19 to 3,22, and a ratio of hyper- and hypocholesterolemic fatty acids from 0,45 to 0,71.

The analyzed milk from three breed groups were defined as a foodstuff with low content of TFA (from 0,06 to 0,10 g/100 ml milk) and a high SFA content (from 3,2 to 4,56 g/100 ml milk).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Bauman, D. E., B. A. Corl and D. G.Peterson**, 2003. The biology of conjugated linoleic acids in ruminants. In: Advances in Conjugated Linoleic Acid Research, J.L. Sebedio, W.W. Christie, and R.O. Adlof, ed. AOCS Press, Champaign, IL, vol. 2, pp. 146-173.
2. **Ghaeni, M., K. N. Ghahfarokhi and L. Zaheri**, 2013. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices in *Leiognathusbindus* and *Upeneussulphureus.* J. *Marine Sci. Res. Dev.*, 3(4), 1-3.
3. **Haenlein, G.F.W.**, 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51, 155-163.
4. **Hay, H.D. and W.R. Morrison**, 1970. Isomeric monoenoic fatty acids in bovine milk fat. *Biochim Biophys Acta*, 202, 237-43.
5. **Kumar, S., B. Kumar, R. Kumar, S. Kumar, S. K. Khatkar, S. K. Kanawjia**, 2012. Nutritional Features of Goat Milk- A Review. *Indian J. Dairy Sci*., 65(4), 266-273.
6. **Larque, E., S. Zamora and A. Gil**, 2001. Dietary trans fatty acids in early life: a review. *Early Human Development*, 65, S31-S41
7. **Mozaffarian, D., M. B. Katan, A. Ascherio, M. Stampfer, W. Willett**, 2006, Trans Fatty Acids and Cardiovascular Disease. *N Engl J Med*, 354, 1603-1613.
8. Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council, 20 December 2006: “On nutrition and health claims made on foods”. Trans fatty acids and insulin resistance. Atherosclerosis Suppl., 2006, 7, 37-39.
9. **Ritzenthaler, K.L., M.K. McGuire, R. Falen, T.D. Schultz, N. Dasgupta, M.A. McGuire**, 2001, Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology. *J Nutr*., 131, 1548-54.
10. **Ulbricht, T.L, and D.A. Southgate**, 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet,* 338(8773), 985-992
11. **Ivanova, A. and L. Hadzhinikolova**, 2015. Evaluation of nutritional quality of common carp (Cyprinus carpio L.) lipids through fatty acid ratios and lipid indices. *Bulg. J. Agric. Sci*., Suppl. 1 (21), 180-185.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (2), 29-42 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Транс мастни киселини и качествена оценка на мастната фракция на бяло саламурено сирене от козе мляко

Цветелина Димитрова[2], Силвия Иванова[1]*, Светослава Стойчева[2], Пенко Зунев[2], Любомир Ангелов[1], Николина Найденова[3]

[1]Институт по криобиология и хранителни технологии, бул. „Черни връх“ 53, 1407 София, България
[2]Институт по планинско животновъдство и земеделие, ул. „В. Левски“ 281, 5600 Троян, България
[3] Тракийски университет, Аграрен факултет, Студентски град, 6000 Стара Загора, България
**E-mail: sylvia_iv@abv.bg*

Trans fatty acids and quality assessment of fatty acid composition in white brined cheese from goat's milk

Cvetelina Dimitrova[2], Silviya Ivanova[1]*, Svetoslava Stoicheva[2], Penko Zunev[2], Lujbomir Angelov[1], Nikolina Naydenova[3]

[1]Institute of Cryobiology and Food Technology, Agricultural Academy, 53 Cherni vrah Blvd., 1407 Sofia, Bulgaria
[2]Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, 281 "V. Levski" Str., 5600 Troyan, Bulgaria
[3]Trakia University, Faculty of Agriculture, Students' campus, 6000 Stara Zagora, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

Изследването е проведено с бяло саламурено сирене, произведено от козе мляко от три породни групи – Българска Бяла млечна (ББМ), и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) в хода на лактацията, за да се установи съдържанието на естествени транс мастни киселини (ТМК) и да се оцени качеството на мастнокиселинния състав на продукта, като здравословен източник при хранението на човека.

Общото съдържание на ТМК в изследваните бели саламурени сирена от козе мляко при ББМ варира от 2,11

SUMMARY

The study was conducted with white brine cheese produced by goat's milk from three breed groups – White Bulgarian Dairy (WBD) and her crosses with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg goats (WBDxTG) during the lactation to establish the content of natural trans fatty acids (TFA) and to assess the quality of the fatty acid composition of the product as a healthy source in human nutrition.

The total content of TFA in the examined white brined cheese from goat's milk at WBD ranged from 2,11 to 2,81

до 2,81 g/100g мазнина, при ББМхАН от 2,05 до 3,04 g/100g мазнина и от 2,47 до 2,97 g/100g мазнина при ББМхТГ, обусловено от съдържанието на транс ваксеновата киселина (45 и 63%) от общото съдържание на ТМК в зависимост от породата. Концентрацията на CLA в изследваните сирена е най-висока при ББМ от 0,58 до 0,64 g/100g мазнина.

За качествената оценка на мастната фракция са включени показателите липиден превантивен скор, атерогенен и тромбогенен индекс и съотношението между хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини.

Липидният превантивен скор е най-нисък при сирената произведени от козе мляко на ББМ – 44,22 до 60,46 g/ 100g продукт, докато атерогенен и тромбогенен индекс са най-ниски при ББМхТГ, съответно от 1,55 до 2,28 и от 2,03 до 2,56 и с най-високо съотношение на хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини при ББМхТГ от 0,65 до 0,96.

Изследваните бели саламурени сирена от козе мляко от различни породни групи се характеризират като хранителен продукт с ниско съдържание на ТМК (от 0,52 до 0,79 g/ 100g млечен продукт) и високо съдържание на наситени мастни киселини (от 15,48 до 21,42g/100g млечен продукт).

Ключови думи: козе сирене, транс мастни киселини, CLA, атерогенен индекс, тромбогенен индекс

g/100g fat, in WBDxAN from 2,05 to 3,04 g/100g fat and from 2,47 to 2, 97 g/100g fat in WBDxTG, conditioned by the content of trans vaccenic acid (45 and 63%) of the total content of TFA depending on the breed. The concentration of CLA in the studied cheese is highest in WBD from 0,58 to 0,64 g/100g fat.

The quality assessment of the fat fraction included indicators lipid preventive score, atherogenic and thrombogenic index and the ratio between hyper- and hypocholesterolemic fatty acids.

Lipid preventive score is the lowest in cheeses made from goat's milk WBD – 44,22 to 60,46 g/100g product as atherogenic and thrombogenic index are the lowest in WBDxTG, respectively from 1,55 to 2,28 and from 2,03 to 2,56, and the highest ratio of hyper- and hypocholesterolemic fatty acids in the WBDxTG from 0,65 to 0,96.

The analysed white brined cheese from goat's milk from different breed groups are characterized as foodstuff with low TFA (from 0,52 to 0,79 g/100g milk product) and high content of saturated fatty acids (from 15,48 to 21, 42 g/100g milk product).

Key words: goat cheese, trans fatty acid, CLA, atherogenic index, thrombogenic index

УВОД

Козето сирене е храна с древна история, за която се предполага, че е произлязла в района на Европа, Централна Азия и Близкия Изток около 8000 г. пр.Хр. Според сведения, открити в египетска гробница, първото сирене се е появило около 2000 г. пр.Хр. и вероятно е било със структура на пресечена извара, каквито са саламурените сирена днес на Балканите**.** Но за разлика от произведеното в Близкия

INTRODUCTION

Goat cheese is a food with ancient story that supposedly originated in the region of Europe, Central Asia and the Middle East around 8000 BC. According to information found in Egyptian sepulcher, the first cheese appeared around 2000 BC and it was probably a structure of a truncated curd, such as a cheese today in the Balkans.

But unlike produced in the Middle East –

Изток – сиренето от Европа, където климатът е по-хладен, изисква по-малко сол за консервиране и става подходяща среда за полезни микроорганизми и плесени.

Козето мляко в сравнение с млякото от други преживни животни съдържа по-високи концентрации на каприновa, каприловa и капронова мастни киселини, което определя неговият специфичен остър вкус. Gurung и Sah (2012) установяват, че при използването на различни методи за пастьоризация на козето мляко за производство на бяло саламурено сирене се получава по-голяма загуба на мазнини и протеин при използването на високи температури за кратко време (90 С за 30 sec) и намаляват съответно от 20,17 до 18,10%, и от 14,82 до 12,40%.

Cossignani et al. (2014) в своите изследвания на мастнокиселинният състав на козе сирене от търговската мрежа на Умбрия, установяват съдържание на наситени мастни киселини в меко сирене – 70,1%, в полутвърдото – 67,7%, мононенаситени мастни киселини съответно в двата вида сирене 25,2 и 26,1%, полиненаситени мастни киселини – 3,7 и 4,7%, CLA – 0,6 и 0,8%, ваксенова киселина – 1,8 и 2,5%, омега-6 – 2,8 и 3,0%, омега-3 – 0,4 и 0,9% и тяхното съотношение n-6/n-3- 7,0 и 3,3 и атерогенен индекс – 2,7 и 2,4. Rahmann et al. (2014), при производството на козе сирене от млякото на кози, отглеждани при различни режими на хранене, установяват съдържание на наситени мастни киселини – 75,1 и 75,8 g/100 g мастни киселини, мононенаситени мастни киселини – 20,0 и 19,7 g/100 g мастни киселини, полиненаситени мастни киселини 4,0 и 3,8 g/100 g мастни киселини, омега-3 мастни киселини – 1,1 и 0,8 g/100 g мастни киселини, омега-6 мастни киселини – 1,4 и 1,8 g 100 g мастни киселини и съдържание на CLA – 1,0 и 0,8 g/100 g мастни киселини.

Vieiteza et al. (2016) изследват

the cheese from Europe, where the climate is cooler, requiring less salt for preservation and becomes an enabling environment for beneficial microorganisms and fungus.

Goat milk compared to milk of other ruminants contains higher concentrations of caproic, caprylic and capric fatty acids, which determines its specific sharp taste.

Gurung and Sah (2012) are finding when use different methods of pasteurization of goat's milk for production of white brined cheese is obtained a greater loss of fat and protein when using a high temperatures for a short time (90ºC for 30 sec) and decreased respectively from 20,17 to 18,10%, and from 14,82 to 12,40%.

Cossignani et al. (2014) in their studies on the fatty acid composition of commercially goat cheese from Umbria, establish content of saturated fatty acids in soft cheese – 70,1%, in the semi hard- 67,7%, monounsaturated fatty acids, respectively, in both types of cheese 25,2 and 26, 1%, polyunsaturated fatty acid – 3,7 and 4,7%, CLA – 0,6 and 0,8%, vaccenic acid-1,8 and 2,5% omega-6 – 2,8 and 3,0 %, omega-3 – 0,4 and 0,9% and their ratios n-6/n-3 – 7,0 and 3,3 and atherogenic index-2,7 and 2,4.

Rahmann et al. (2014), in the production of goat cheese from milk of goats, reared under different diets, established content of saturated fatty acid- 75,1 and 75,8 g/100 g fatty acids, monounsaturated fatty acids – 20,0 and 19,7 g/100 g fatty acids, polyunsaturated fatty acids – 4,0 and 3,8 g/100 g fatty acids, omega-3 fatty acid- 1,1 and 0,8 g/100 g fatty acids, omega-6 fatty acid – 1,4 and 1,8 g 100 g fatty acid and CLA content – 1,0 and 0,8 g/100 g fatty acids.

Vieiteza et al. (2016) were studied

различни видове кози сирена (пресни, узрели и при съхранение), произведени в Уругвай и установявят съдържание на ваксенова киселина от 1,4 до 4,9 %, цис изомерите на олеиновата киселина от 14,9 до 25,4% и CLA – 0,4 до 1,5%.

Дневният прием на транс мастни киселини не трябва да надвишава 0,5% от енергийния прием. Според регулационната мярка на ЕС No 1924/2006 на ЕП и Съвета от 20 декември 2006 г., съдържанието на наситени мастни киселини и транс мастни киселини в твърди продукти не надвишава 1,5 g/100 g или 0,75 g/100 ml течност, като и в двата случая съдържанието на наситени мастни киселини и транс мастни киселини не надвишава 10% от дневния енергиен прием и тези храни се означават като храни с ниско съдържание на НМК. Претенцията, че дадена храна не съдържа НМК, може да бъде обозначена само в случаите, когато съдържанието на НМК и ТМК не надвишава 0,1 g/100 g продукт или 0,1 g/100 ml течност (Regulation (EC) No 1924/2006).

Изследването е проведено с бяло саламурено сирене, произведено от козе мляко от три породни групи – Българска Бяла млечна (ББМ) и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) в хода на лактацията, за да се установи съдържанието на естествени транс мастни киселини (ТМК) и да се оцени качеството на мастнокиселинния състав на продукта, като здравословен източник при хранението на човека.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследвано е бяло саламурено сирене, произведено от млякото на три породни групи кози – Българска Бяла млечна (ББМ) и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията (4 х 4 броя) за мастнокиселинен състав и установяване на съдържанието на транс мастни киселини, биологично активни и антиканцерогенни субстанции в мастната фракция. Млякото е взето през месец

various types of goat cheese (fresh, ripe and storage) produced in Uruguay and determine content of vaccenic acid from 1,4 to 4,9%, cis- isomers of oleic acid from14.9 to 25.4% and CLA – 0,4 to 1,5%.

The daily intake of trans fatty acids should not exceed 0,5% of energy intake. According to the EU Regulation Measure No 1924/2006 of the European Parliament and the Council by December 20, 2006, the content of saturated fatty acids and trans fatty acids in the solid products does not exceed 1,5 g/100 g or 0,75 g/100 ml of liquid, as in both cases the content of saturated fatty acids and trans fatty acids exceeding 10% of the daily energy intake and these foodstuffs are referred to as foods with a low content of SFA. Claim that a food does not contain SFA may be indicated only in the case where the content of SFA and TFA not exceeding 0,1 g/100 g product or 0,1 g/100 ml liquid (Regulation (EC) No 1924/2006).

The study was conducted with white brine cheese produced by goat's milk from three breed groups - White Bulgarian Dairy (WBD) and her crosses with Anglo- Nubian (WBDxAN) and Toggenburg goats (WBDxTG) during the lactation to establish the content of natural trans fatty acids (TFA) and to assess the quality of the fatty acid composition of the product as a healthy source in human nutrition.

MATERIAL AND METHODS

Is investigated white brine cheese made from goat milk of three breed groups White Bulgarian Dairy (WBD) and her crosses with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation (4 x 4 pieces) for fatty acid composition and determine the content of trans fatty acids, biologically active and anticarcinogenic substances in the fatty fraction. The milk was taken on April, June, August and September and

април, юни, август и септември и подложено на технологична обработка за производство на сирене. Белите саламурени сирена от козе мляко са изследвани след зреене на 45 ден. Екстракцията на общи липиди е извършена по метода на Roese-Gottlieb, посредством диетилов и петролеев етер и последващо метилиране с помощта на натриев метилат (CH_3ONa, Merck, Darmstadt) и сушене с $NaHSO_4.H_2O$. Метиловите естери на мастните киселини /FAME/ са анализирани с помощта на газов хроматограф Shimadzu-2010 (Kioto, Japan) снабден с пламъчно-йонизационен детектор и автоматична инжекционна система (AOC-2010i). Анализът е извършен на капилярна колона CP 7420 (100m x 0.25mm i.d.,0.2µm film, Varian Inc., Palo Alto, CA). За носещ газ е използван водород, а като make-up газ - азот. Програмиран е режим на пещта на четири стъпки – началната температура на колоната – 80ºC/min, която се поддържа за 15 min, след което нараства с по 12ºC/min до 170ºC и се поддържа за 20 min, следва ново повишаване с 4ºC/min до 186ºC за 19 min и до 220ºC с по 4ºC/min до приключване на процеса.

Качествената оценка на мастната фракция включва следните показатели: липиден превантивен скор, атерогенен и тромбогенен индекс (Ulbricht and Southgate, 1991), съотношението между хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини, транс мастни киселини и количеството на наситените мастни киселини (Regulation (EC) No 1924/2006).

ЛПС= ОЛ +2x НМК- МНМК- 0,5 ПНМК

AI= 12:0+ 4×14:0 +16:0 /[ΣMUFAs+PUFA n6+PUFA n3]

TI=(14:0+16:0+18:0)/[0.5×ΣMUFAs+0.5×PUFA n6+3×PUFA n−3+PUFA n3/ PUFA n6]

h/H=(C18:1n-9+C18:1n-7+C18:2n-6+C18:3n-3+C18:3n-6+C20:3n-6+C20:4n-6+C20:5n-3+C22:4n-6+C22:5n-3+C22:6n-3)/(C14:0+C16:0)

Данните са обработени по методите на вариационната статистика посредством статистическия пакет на компютърната програма EXCEL 2013.

undergone to technological processing for cheese. White brined cheeses from goat's milk were examined after 45 days of ripening.

The extraction of the total lipids was done by the method of Roese-Gottlieb with diethyl and petroleum ether and subsequent methylation with sodium methylate (CH3ONa, Mersk, Darmstadt) and dried with NaHSO4.H2O. The fatty acids methyl esters /FAME/ were analyzed with the aid of gas chromatograph Shimadzu-2010 (Kyoto, Japan) equipped with a flame ionisation detector and an automatic injection system (AOC-2010i). The analysis was made on a capillary column CP7420 (100m x 0,25mm i.d., 0,2µm film, Varian Inc., Palo Alto, CA). For the carrier gas hydrogen is used, and as a make-up gas - nitrogen. Programmed mode is the furnace of four steps – the initial temperature of the column – 80ºC/min, which was maintained for 15 min, then increase at 12ºC/min up to 170ºC and maintained for 20 min, following a renewed increase of 4ºC/min to 186ºC for 19 min and up to 220ºC with 4ºC/min until completion.

The qualitative assessment of the fat fraction comprises the following parameters: lipid preventive score, atherogenic and thrombogenic index (Ulbricht and Southgate, 1991), the ratio between hyper- and hypocholesterolemic fatty acids, trans fatty acids and the amount of saturated fatty acids (Regulation (EC) No 1924/2006).

LPS= FAT +2x SFA- MUFA- 0,5 PUFA

AI= 12:0+ 4×14:0 +16:0 /[ΣMUFAs+PUFA n6+PUFA n3]

TI=(14:0+16:0+18:0)/[0.5×ΣMUFAs+0.5×PUFA n6+3×PUFA n−3+PUFA n3/ PUFA n6]

h/H=(C18:1n-9+C18:1n-7+C18:2n-6+C18:3n-3+C18:3n-6+C20:3n-6+C20:4n-6+C20:5n-3+C22:4n-6+C22:5n-3+C22:6n-3)/(C14:0+C16:0)

The data are processed by the methods of variation statistics using statistical package the computer program EXCEL 2013.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

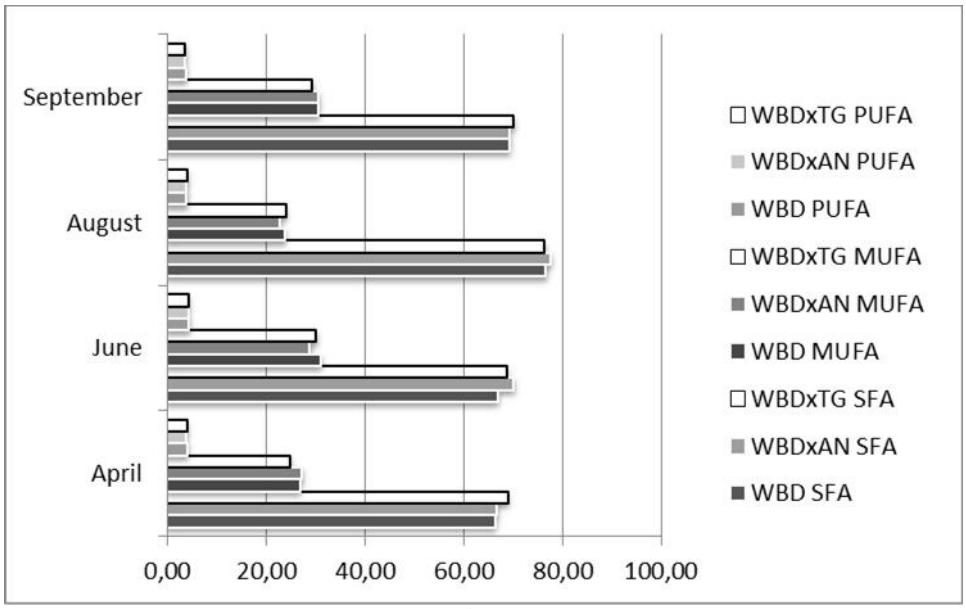
Изследваните бели саламурени сирена от козе мляко се характеризират със съдържание на мазнини при ББМ от 21,46 до 27,29%, при ББМхАН от 26,09 до 27,05% и при ББМхТГ от 23,76 до 29,97%.

Мастнокиселинният състав е представен на Фигура 1. Наситените мастни киселини в изследваните бели саламурени сирена варират през разглеждания период от април до септември, като най-висока стойност е отчетена през м. август и за трите породни групи, както следва – ББМ-76,70 g/100g мазнина, ББМхАН – 77,64 g/100g и ББМхТГ – 76,42 g/100g мазнина.

RESULTS AND DISCUSSION

The examined white brined cheeses from goat milk are characterized by a fat content from 21,46 to 27,29% in WBD, from 26,09 to 27,05% in WBDxAN and from 23,76 to 29,97% in WBDxTG.

Fatty acid composition is presented in Figure 1. Saturated fatty acids in the examined white brine cheeses varied during the period from April to September as such as the highest value being reported on August for and the three breed groups as follows: WBD – 76,70 g/100g fat, WBDxAN – 77,64 g/100 g and WBDxTG – 76,42 g/100 g fat.



Фиг. 1. Мастнокиселинен състав на бяло саламурено сирене от козе мляко, произведено от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

Fig. 1. Fatty acid composition of white brined cheese from goat milk produced by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Мононенаситените мастни киселини бележат своя пик през м. юни при ББМ – 31,15 и при ББМхТГ – 30,20, докато при ББМхАН през м. септември –

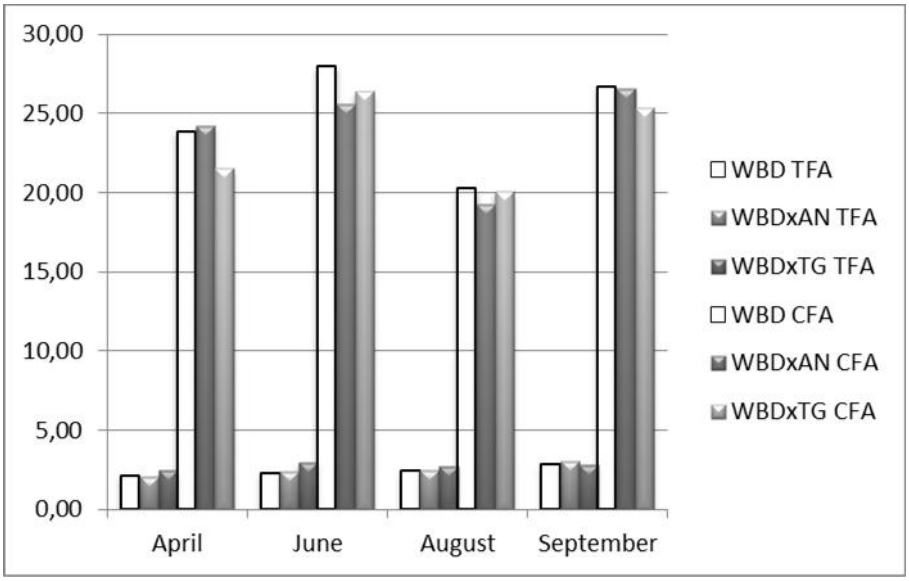
Monounsaturated fatty acids marked its peak on June at WBD – 31,15 and in WBDxTG – 30,20, whereas in WBDxAN on the September – 30,67

30,67 g/100g мазнина. Концентрацията им е най-ниска през м. август – 23,85 при ББМ, 22,85 при ББМхАН и 24,02 при ББМхТГ. Полиненаситените мастни киселини при ББМ варират от 3,85 до 4,47, ББМхАН – 3,68 до 4,29 и при ББМхТГ от 3,69 до 4,37. Максималните концентрации при белите саламурени сирена и от трите породни групи са установени през м. юни, а минималните през м. септември.

Общото съдържание на цис и транс изомерите на мастните киселини е представено на Фигура 2.

g/100g fat. Their concentration is lowest on August – 23,85 in WBD, 22,85 in WBDxAN and 24,02 in WBDxTG. Polyunsaturated fatty acids at WBD ranged from 3,85 to 4,47, WBDxAN – 3,68 to 4,29 and WBDxTG from 3,69 to 4,37. The maximum concentrations of white brine cheeses from all three breed groups were established on June and the minimum on September.

The total content of cis and trans isomers of fatty acids is shown in Figure 2.



Фиг. 2. Транс и цис мастни киселини на бяло саламурено сирене от козе мляко, произведено от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията
Fig. 2. Trans and cis fatty acids of white brined cheese from goat milk produced by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Транс изомерите при белите саламурени сирена от трите породни групи кози варират в много тесни граници и не надвишават 3 % от общото съдържание на мастни киселини. ТМК при ББМ варира от 2,11 до 2,81g/100g мазнина, при ББМхАН от 2,05 до 3,04 g/100g мазнина и от 2,47 до 2,97 g/100g мазнина при ББМхТГ. Концентрацията на цис изомерите при

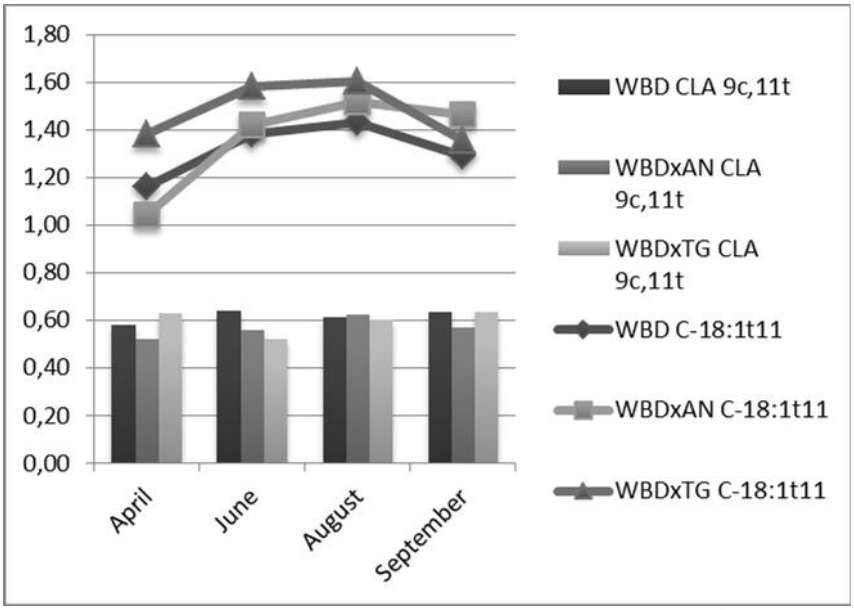
Trans isomers in white brine cheeses of three breed groups goat varied in very narrow ranges and do not exceed 3% of the total fatty acid content. TFA in WBD ranges from 2,11 to 2,81g/100g fat, at WBDxAN from 2,05 to 3,04 g/100g fat and from 2,47 to 2,97 g/100g fat at WBDxTG. The concentration of cis isomers in the analyzed cheeses is highest on June in

изследваните сирена е най-висока през м. юни при ББМ (27,95 g/100g мазнина) и ББМхТГ(26,39 g/100g мазнина), а при ББМхАН (26,57 g/100g мазнина) през м. септември и най-ниска и при трите породни групи през м. август, съответно 20,23 (ББМ), 19,26 (ББМхАН) и 20,09 (ББМхТГ) g/100g мазнина.

Транс ваксеновата киселина при бялото саламурено сирене е с най-висока концентрация при ББМ-1,43 g/100g мазнина, ББМхАН – 1,51 g/100g мазнина и ББМхТГ – 1,60 g/100g мазнина през м. август и най-ниска през м. април за ББМ – 1,16, ББМхАН-1,04 и м. септември за ББМхТГ – 1,36 g/100g мазнина (Фигура 3).

WBD (27,95 g/100g fat) and WBDxTG (26,39 g/100g fat), but when in WBDxAN (26,57 g/100g fat) on September and the lowest in all three breed groups on August, respectively 20,23 (WBD), 19,26 (WBDxAN) and 20,09 (WBDxTG) g/100g fat.

Trans vaccenic acid in white brined cheese has the highest concentration at WBD – 1,43 g/100g fat, WBDxAN – 1,51 g/100g fat and WBDxTG – 1,60 g/100g fat on August and lowest on April for WBD – 1,16, WBDxAN – 1,04 and on September for WBDxTG – 1,36 g/100g fat (Figure 3).



Фиг. 3. Транс ваксенова и спрегната линолова киселина на бяло саламурено сирене от козе мляко, произведено от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

Fig. 3. Trans vaccenic and CLA of white brined cheese from goat milk produced by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Спрегнатата линолова киселина е с най-ниска концентрация при сиренето, произведено от млякото на ББМхТГ от 0,52 до 0,63 g/100g мазнина и с най-високо съдържание при ББМ от

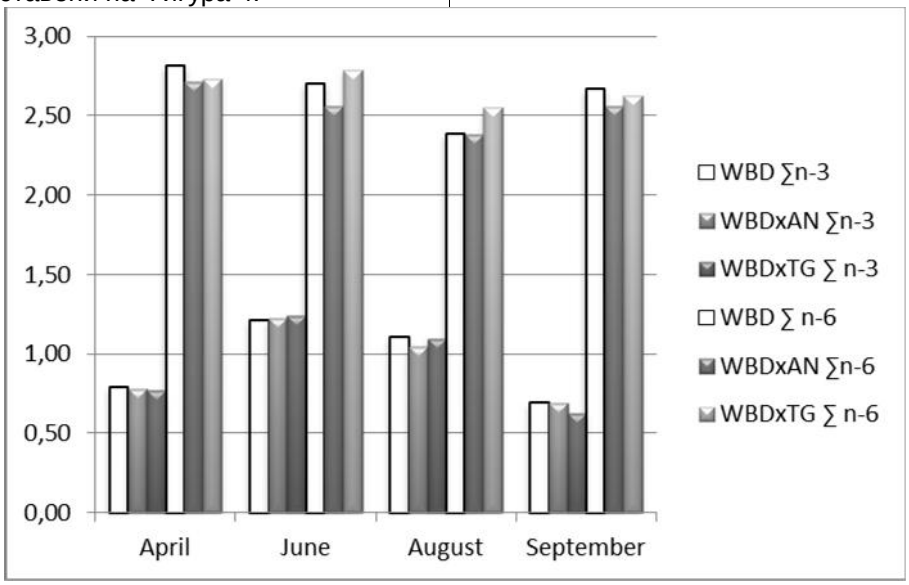
Conjugated linoleic acid has the lowest concentration in cheese made from WBDxTG milk from 0,52 to 0,63 g/100g fat and with the highest content of WBD from 0,58 to 0,64 g/100g fat. CLA

0,58 до 0,64 g/100g мазнина. CLA бележи своя пик през месец юни при сиренето от ББМ, август при ББМхАН, докато при сиренето от ББМхТГ през месец април и септември.

Биологично активните омега-3 и омега-6 мастни киселини в изследваните бели саламурени сирена от млякото на три породни групи кози са представени на Фигура 4.

marks its peak on June in cheese of WBD, on August at WBDxAN, while at WBDxTG cheese on April and on September.

The biologically active omega-3 and omega-6 fatty acids in the examined white brine cheeses from milk of three breed groups are presented in Figure 4.



Фиг. 4. Омега-3 и омега-6 мастни киселини на бяло саламурено сирене, произведено от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията
Fig. 4. Omega-3 and Omega-6 fatty acids of white brined cheese from goat milk produced by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Омега-3 мастните киселини в сиренето от козе млякото са с най-ниска концентрация в края на изследвания период (септември) при ББМ и ББМхАН 0,69 g/100g мазнина и 0,63 g/100g мазнина при ББМхТГ. Сиренета, получени през м. юни са с най-високо съдържание на омега- мастни киселини и при трите породни групи кози 1,21 g/100g мазнина при ББМ, 1,22 g/100g мазнина при ББМхАН и 1,24 g/100g мазнина при ББМхТГ. Омега-6 мастните киселини са сравнително постоянни, като количество при белите саламурени сирена и от трите

Omega-3 fatty acids in goat's cheese have the lowest concentration at the end of the study period (on September) in WBD and WBDxAN is 0,69 g/100g fat and 0,63 g/100g fat at WBDxTG. The cheeses obtained on June has the highest content of omega- fatty acid in all three goat breed groups 1,21 g/100 g fat in WBD, 1,22 g/100 g fat at WBDxAN and 1,24 g/100 g fat in WBDxTG.

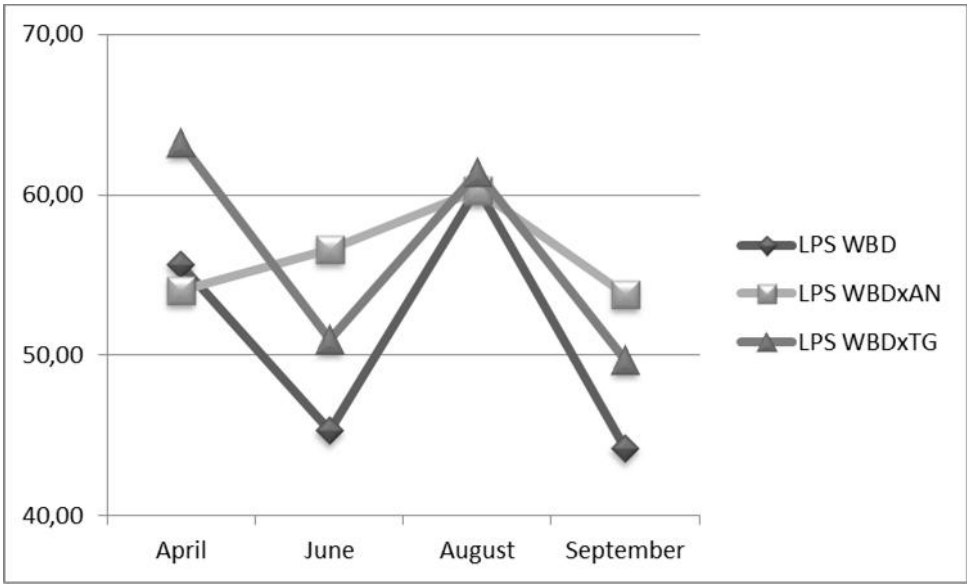
Omega-6 fatty acids are relatively constant as is the quantity of white brined cheeses and the three goat breed

породни групи кози. Съдържанието им при ББМ е от 2,38 до 2,81, при ББМх АН от 2,38 до 2,71 и при ББМхТГ от 2,55 до 2,79, като най-висока концентрация е отчетена при ББМ, а най-ниска при ББМхАН. Ниското съдържание на омега-3 мастните киселини и високото съдържание на омега-6 мастните киселини, определят по-високото съотношение между двете групи мастни киселини в края на периода – 3,84 при ББМ, 3,70 при ББМхАН и 4,19 при ББМхТГ.

Качествената оценка на мастната фракция е направена въз основа на следните показатели: липиден превантивен скор, атерогенен и тромбогенен индекс и съотношението между хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини (Фигура 5, 6, 7, 8).

groups. Their content at WBD is from 2,38 to 2,81, at WBDxAN from 2,38 to 2,71 and at WBDxTG from 2,55 to 2,79, as the highest concentration being reported in WBD and lowest in WBDxAN. The low content of omega-3 fatty acids and the high content of omega-6 fatty acids determine the higher ratio between the two groups of fatty acids at the end of the period – 3,84 for WBD, 3,70 for WBDxAN and 4,19 for WBDxTG .

The qualitative assessment of the fat fraction is based on the following indicators: lipid pretreatment score, atherogenic and thrombogenic index and the ratio of hyper- and hypocholesterolemic fatty acids (Figure 5, 6, 7, 8).



Фиг. 5. Липиден превентавин скор на бяло саламурено сирене, произведено от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

Fig. 5. Lipid preventavin score of white brined cheese from goat milk produced by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Липидният превантивен скор в сиренето от козето мляко варира от 44,22 до 63,23 g/100g продукт. Той е най-нисък при сиренето, произведено

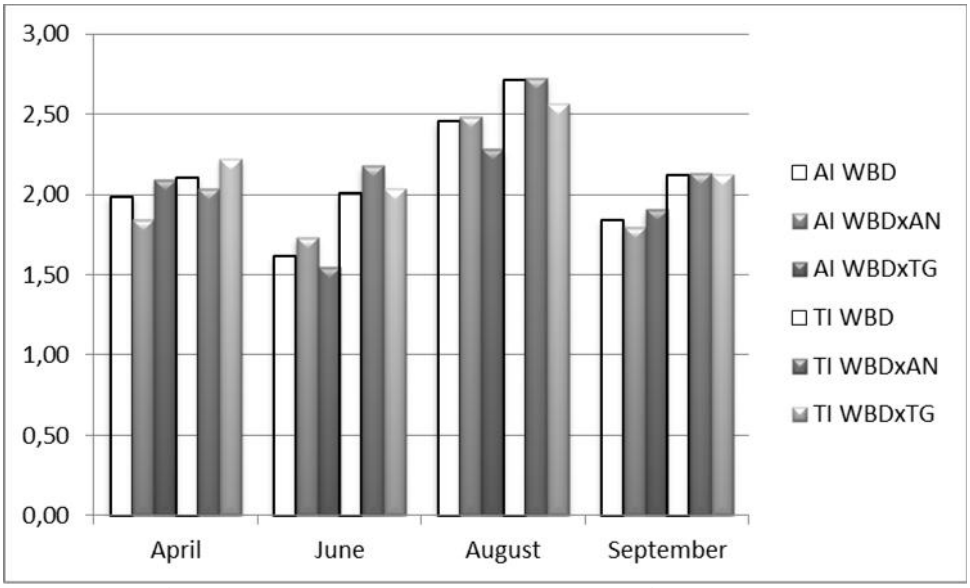
The lipid preventive score in goat cheese ranges from 44,22 to 63,23 g/100g product. It is lowest for cheese made from goat milk of WBD from 44,22

от млякото на кози от порода ББМ от 44,22 до 60,46 g/100g продукт, докато при ББМхАН и ББМхТГ е по-висок и варира, както следва: от 53,78 до 60,28 g/100g продукт при ББМхАН и от 49,69 до 63,23 g/100g продукт при ББМхТГ. Изследваните сирена и от трите породни групи кози се характеризират с най-ниска стойност за ЛПС през м. септември.

Атерогенният индекс при изследваните сирена от козе мляко от трите породни групи варира от 1,55 до 2,49. Сиренето, произведено от млякото на ББМхТГ кози се характеризира с най-ниски стойности за атерогенния индекс от 1,55 до 2,28 (Фигура 6).

to 60,46 g/100g of product, while in WBDxAN and WBDxTG it is higher and varies as follows: from 53,78 to 60,28 g/100g product at WBDxAN and from 49,69 to 63,23 g/100g product in WBDxTG. The analyzed cheeses of three goat breed groups are characterized by the lowest value for LPS on September.

The atherogenic index in the tested goat's cheeses from the three breed groups ranged from 1,55 to 2,49. The cheeses made from WBDxTG goat's milk are characterized by the lowest values for the atherogenic index from 1,55 to 2,28 (Figure 6).



Фиг. 6. Тромбогенен и атерогенен индекс на бяло саламурено сирене, произведено от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

Fig. 6. Thrombogenic and atherogenic index of white brined cheese from goat milk produced by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Атерогенният индекс е с най-нисък коефициент през м. юни при бялото саламурено сирене и при трите породни групи. Тромбогенният индекс варира от 2,01 до 2,72 и запазва тенденцията на измененията при атерогенния индекс в козето сирене, но с малко по-високи стойности спрямо

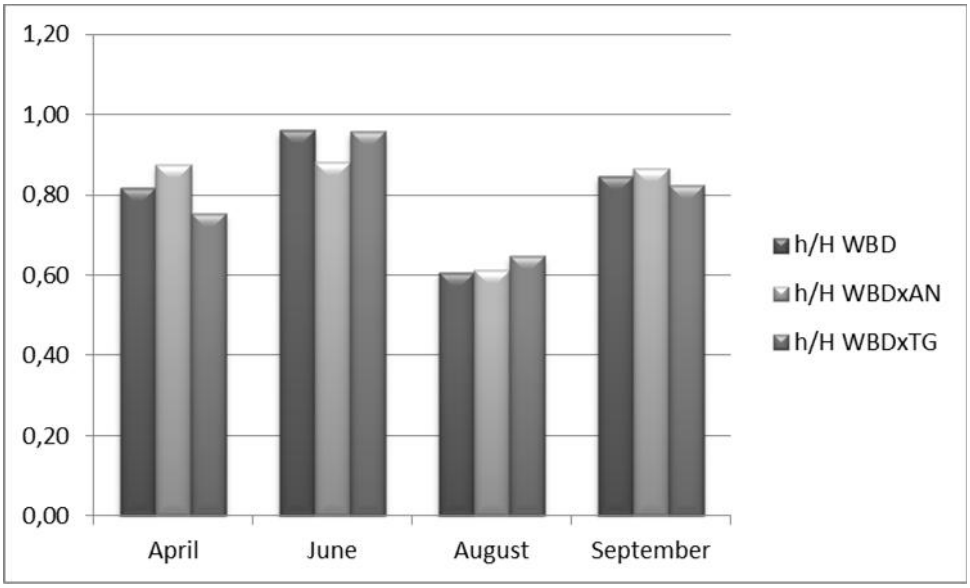
The atherogenic index has the lowest coefficient on June for white brined cheese at all three breed groups. The thrombogenic index ranges from 2,01 to 2,72 and maintains the trend of changes in the atherogenic index in goat cheese but with slightly higher values relative to it respectively for WBD from

него, съответно за ББМ от 2,01 до 2,71, при ББМхАН от 2,04 до 2,72 и при ББМхТГ от 2,03 до 2,56.

Изследваните сирена от козе мляко се характеризират с нисък холестеролемичен индекс (под 1.0). Млякото, получено от ББМ е с h/H от 0,61 до 0,96, при ББМхАН от 0,61 до 0,88, а при ББМхТГ от 0,65 до 0,96. Най-високи са стойностите за холестеролемичния индекс в бялото саламурено сирене и при трите породни групи през месец юни (Фигура 7).

2,01 to 2,71, for WBDxAH from 2,04 to 2,72 and in WBDxTG from 2,03 to 2,56.

The tested goat's cheeses are characterized by a low cholesterolemic index (less than 1,0). The milk obtained by WBD has a h/H from 0,61 to 0,96, with a WBDxAH from 0,61 to 0,88 and a WBDxTG from 0,65 to 0,96. The highest values for cholesterolemic index in white brined cheese are the highest in three breed groups on June (Figure 7).



Фиг. 7. Съотношение между хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини на бяло саламурено сирене от козе мляко, произведено от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

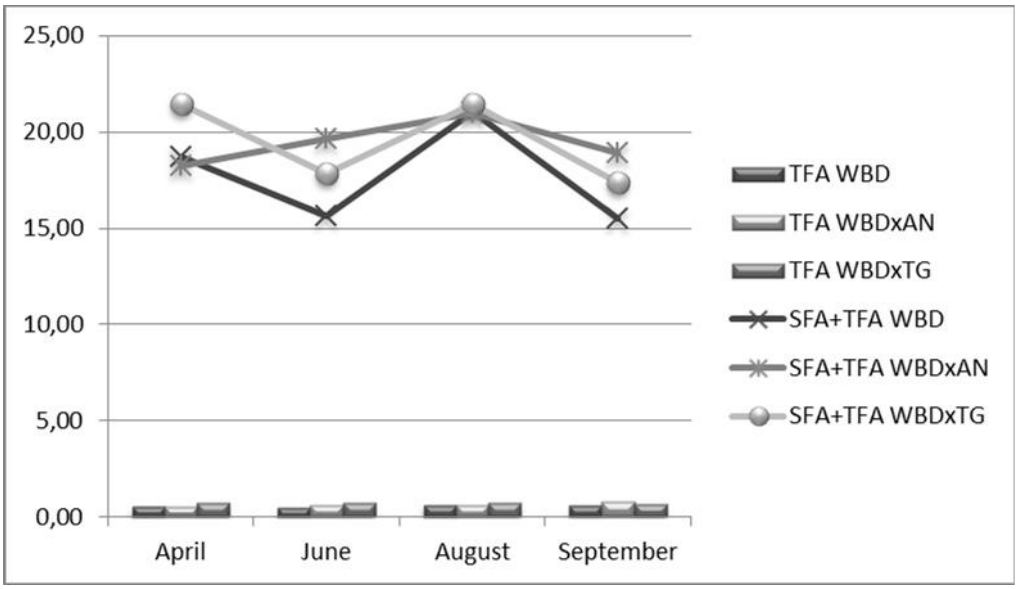
Fig. 7. Ratio between hyper- and hypocholesterolemic fatty acids of white brined cheese from goat milk produced by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Транс мастните киселини, получени по естествен път са от важно значение за храненето при човека и са предмет на редица научни изследвания. Сиренето от млякото на различни породни групи кози е със съдържание на ТМК при ББМ от 0,52 до 0,65 g/100 g сирене, при ББМхАН от 0,54 до 0,79 g/100 g сирене и при ББМхТГ от 0,68 до 0,74 g/100 g сирене (Фигура 8).

Trans fatty acids obtained naturally are important for human nutrition and are the subject of a number of scientific studies. The milk cheese of different goat breed groups has a content of TFA at WBD from 0,52 to 0,65 g/100 g cheese, at WBDxAH from 0,54 to 0,79 g/100 g cheese and at WBDxTG from 0,68 to 0,74 g/100 g of cheese (Figure 8).

Получените резултати за изследваните образци ни дават основание да ги отнесем към продукти с ниско съдържание на ТМК, съгласно Регламент (ЕО) № 1924/2006.

The results obtained for the samples tested give us reason to refer them to products with low TFA content under Regulation (EC) No 1924/2006.



Фиг. 8. Транс мастни киселини и наситени мастни киселини в g/100g сирене на бяло саламурено сирене от козе мляко, произведено от три породни групи – ББМ и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) през лактацията

Fig. 8. Trans fatty acids and saturated fatty acids in g/100g of cheese of white brined cheese from goat milk produced by three breed groups – WBD and her crosses breed with Anglo-Nubian (WBDxAN) and Toggenburg (WBDxTG) during the lactation

Съдържанието на наситени мастни киселини в изследваните сирена, варира през лактацията както следва: при ББМ от 15,48 до 21,03 g/100 g сирене, при ББМхАН от 18,20 до 20,96 g/100 g сирене и при ББМхТГ от 17,35 до 21,42 g/100 g сирене. Това ги определя като сирене с високо съдържание на наситени мастни киселини (над 1,5 g/100 g продукт). Най-ниски стойности за наситените мастни киселини са установени при сиренатa, произведени от млякото на породата Българска Бяла Млечна коза.

The content of saturated fatty acids in the analyzed goat's cheeses ranges during the lactation to the following: for WBD from 15,48 to 21,03 g/100 g cheese, at WBDxAH from 18,20 to 20,96 g/100 g cheese and in WBDxTG from 17,35 to 21,42 g/100 g cheese. This defines them as a cheese with a high content of saturated fatty acids (above 1,5 g/100 g of product). The lowest values for saturated fatty acids have been established for cheeses produced from the Bulgarian White Dairy Goat breed.

ИЗВОДИ

Отглеждането на козите от три породни групи при едни и същи условия, води до синтезиране на различно

CONCLUSIONS

Rearing of goats from three breed groups under the same conditions leads to the synthesis of a different quantity of

количество транс мастни киселини в млякото, а от там и в произведеното от него бяло саламурено сирене, което е обусловено от породните различия и последващата технологична обработка и варират от 2,11 до 2,81 g/100g мазнина при ББМ, от 2,05 до 3,04 g/100g мазнина при ББМxАН и от 2,47 до 2,97 g/100g мазнина при ББМxТГ.

Сиренето, получено от млякото на ББМ е с най-нисък липиден скор от 44,22 до 60,46 g/ 100 g продукт, докато сирената от ББМxТГ породна група са с най-нисък атерогенен и тромбогенен индекс, съответно 1,55 до 2,28 и от 2,03 до 2,56 и най-високо съотношение на хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини от 0,65 до 0,96.

Изследваните сирена, произведени от млякото на три породни групи кози се определят като хранителен продукт с ниско съдържание на ТМК (от 0,52 до 0,79 g/100 g сирене) и високо съдържание на НМК (от 15,48 до 21,42 g/100 g сирене).

trans fatty acids in the milk, and hence in the white brined cheese made from it, which is due to the breed differences and the subsequent processing, and ranges from 2,11 to 2,81 g/100 g fat at WBD, from 2,05 to 3,04 g/100 g fat at WBDxAH and from 2,47 to 2,97 g/100 g of fat at WBDxTG.

Cheese obtained from WBD's milk has the lowest lipid score from 44,22 to 60,46 g/100 g product, whereas the cheeses from WBDxTG breed group have the lowest atherogenic and thrombogenic index, respectively from 1,55 to 2, 28 and from 2,03 to 2,56 and the highest ratio of hyper- hypocholesterolemic fatty acids from 0,65 to 0,96.

The analyzed cheeses produced from the milk of three goat breed groups were identified as a low content of TFA foodstuff (0,52 to 0,79 g/100 g cheese) and a high SFA content (from 15,48 to 21,42 g/100 g cheese).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Gurung, S. and B. N. P. Sah**, 2012. Effect of Pasteurization Temperature on the Quality of Goat Cheese. *J. Food Sci. & Technol. Nepal*, 7, 93-97.
2. **Cossignani, L., L. Giua, E. Urbani, M. S. Simonetti, F. Blasi**, 2014. Fatty acid composition and CLA content in goat milk and cheese samples from Umbrian market. *Eur Food Res Technol.*, 239, 905-911.
3. **Rahmann, G, A. Volkmann and W. Knaus**, 2014. Fatty acid composition of goat milk and cheese with different diets. In: Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress 2014, 13-15 Oct., Istanbul, Turkey (eprint ID 24317), pp. 551-554.
4. **Vieiteza, I., B. Irigaraya, N. Callejasa, V.Gonzáleza, S. Gimeneza, A. Arechavaletab, M. Gromponea, A. Gámbaro**, 2016. Composition of fatty acids and triglycerides in goat cheeses and study of the triglyceride composition of goat milk and cow milk blends. *Journal of Food Composition and Analysis*, 48, 95-101.
5. **Ulbricht, T.L. and D.A. Southgate**, 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet,* 338 (8773), 985-992.
6. Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council, 20 December 2006: 'On nutrition and health claims made on foods'. Trans fatty acids and insulin resistance. Atherosclerosis Suppl., 2006, 7, pp.37-39.