Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (1), 1-11 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Лиофилизирани месни концентрати, обогатени с растителни екстракти

Илиана Начева, Даниела Митева, Красимир Димов,
Камелия Логиновска, Николай Солаков*

Институт по криобиология и хранителни технологии, бул. "Черни връх" № 53, 1407 София, България

Lyophilized meat concentrates, enriched with plant extracts

Iliana Nacheva, Daniela Miteva, Krasimir Dimov,
Kamelia Loginovska, Nikolay Solakov*

Institute of Cryobiology and Food Technologies, 53 Cherni Vrah Blvd., 1407 Sofia, Bulgaria
**E-mail: nikolay.solakov@ikht.bg; naturalclinic.eu@gmail.com*

Received: 13.04.2018 *Accepted:* 25.04.2018 *Published:* 04.06.2018

РЕЗЮМЕ

Съвременните потребители стават все по-информирани относно връзката между диета и здравен статус. Нарастващото търсене на здравословни продукти е в резултат от стремежа за намаляване на разходите за здравно обслужване, увеличаване продължителността на живота и поддържане на добро благосъстояние.

Авторите представят информация за нови функционални храни на месна основа с подобрен мастнокиселинен състав. Изготвени са лиофилизирани продукти от заешко месо с добавен екстракт от спирулина и мащерка. Получените експериментални резултати доказват, че използването на тази комбинация води до увеличаване на концентрациите на поли- и мононенаситени мастни киселини, както и до високо съдържание на ω-6 и ω-3 мастни киселини, за сметка на намаляване на концентрацията на наситените мастни киселини. Оптимизираният

SUMMARY

Modern consumers become more and more informed about the relationship between diet and health status. The growing demand for healthy products is the result from striving to reduce healthcare costs, increase life expectancy and maintain good welfare.

The authors present information for new functional meat based foods with improved fatty acid composition. Rabbit meat lyophilized products with spirulina and thyme extracts has been prepared.

The received experimental results prove, that the use of this combination leads to an increase in the poly- and monounsaturated fatty acids concentrations, as well as a high content of ω-6 and ω-3 fatty acids, at the expense of reduction the saturated fatty acids concentration.

мастнокиселинен профил на заешкото месо осигурява подобряване на хранителните му качества и възможност за разработване на безопасни продукти с висока антиоксидантна активност, запазена хранителна стойност и лесна усвоямост.

The optimized fatty acid profile of rabbit meat provides improvement of its nutritional qualities and a possibility for development safe products with high antioxidant activity, preserved nutritional value and easy assimilation.

Ключови думи: месни продукти, заешко месо, спирулина, мащерка, мастнокиселинен профил

Key words: meat products, rabbit meat, spirulina, thyme, fatty acid profile

УВОД

През последните години в науката за хранене се очертава трайна тенденция към превенцията на хранително-зависими заболявания на база контрол на общия прием на калории и с акцент върху общите хранителните навици и начин на живот, а не на отделни хранителни вещества (Schönfeldt and Gibson, 2008; Valchkov, 2014). Месото и месните продукти са важен източник на градивни и енергийни вещества за организма. Те осигуряват дневните нужди на човека от протеин, някои витамини (рибофлавин, тиамин, B_6 , B_{12} и др.), а 30% от необходимото желязо, получено от тях, се усвоява лесно от организма (Miteva et al., 2008).

Съвременните технологични подходи в месната индустрия налагат намаляване на обработката на месото и месните продукти при много високи температури, тъй като това предизвиква образуването на мутагенни съединения като хетероциклични амини и полициклични ароматни въглеводороди (Gray et al., 1996). Тези промени се дължат на липидната оксидация в суровото месо и месни продуки. Окислението на липидите в месото е процес със съществено отражение върху качеството и срока на годност на месните продукти (Kanner, 2007). Освен влошаване на вкусовите качества, липидната оксидация генерира цитотоксични и генотоксични съединения, които са вредни за здравето на хората и водят до засилване на общите процеси на стареене в организма (Mayne, 2003).

INTRODUCTION

A sustained trend towards the prevention of nutrition-dependent diseases, based on control of total caloric intake and with an emphasis on common food habits and way of life and not to individual nutrients, is defined in recent years, in the nutrition science (Schönfeldt and Gibson, 2008; Valchkov, 2014). Meat and meat products are important source of building and energy nutrients for the body. They provide the daily needs of the man for protein, some vitamins (riboflavin, thiamin, B_6, B_{12}, etc.), and 30% of the needed iron, obtained from them, is digested readily by the organism (Miteva et al., 2008).

The modern technological approaches in the meat industry require a reduction in the processing of meat and meat products at very high temperatures, as this causes the formation of mutagenic compounds, such as heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons (Gray et al., 1996). These changes are due to lipid oxidation in raw meat and meat products.

Lipid oxidation in meat is process with a significant reflection over the quality and shelf life of meat products (Kanner, 2007). Besides deteriorating the taste qualities, lipid oxidation generates cytotoxic and genotoxic compounds which are harmful to human health and lead to an increase on the general processes of aging in the body (Mayne, 2003).

Един от най-ефективните методи за контролиране на липидната оксидация в месото и месните продукти е използването на антиоксиданти – токофероли, токотриеноли, флавоноиди фенолни киселини и др. (Laguerre et al., 2007). Изявените предпочитания на консуматорите към употреба на естествени храни, насочват научните изследвания към възможностите за използване на натурални антиоксиданти. Установено е, че някои растения – розмарин, зелен чай, джинджифил, майорана и мащерка оказват силен инхибиращ ефект върху липидната оксидация на месни продукти (Laguerre et al., 2007), като повечето от тях намират приложение в кулинарната обработка на различни видове месо.

Все още не са изследвани напълно възможностите за включването на биологично активни вещества от растителен прозход в хранителната технология като антиоксидантни стабилизиратори, особено при продукти от сурово месо (Toldrá and Reig, 2011). За постигане на точен баланс между атиоксидантното, овкусяващото и ароматизиращото действие на растителни екстракти при прилагането им като добавки в месни продукти, са необходими задълбочени научни и технологични изследвания.

Основна цел на настоящото изследване е проследяване на ефекта от включване на спирулина (*Arthrospira platensis*) и мащерка (*Thymus serpyllum*) върху промяната в мастнокиселинния състав на нови лиофилизирани храни от заешко месо.

The use of antioxidants – tocopherols, tocotrienols, flavonoid phenolic acids and others is one of the most effective methods for controlling lipid oxidation in meat and meat products (Laguerre et al., 2007). Explained consumer preferences for the use of natural foods, direct scientific research to the possibilities for the use natural antioxidants.

Some plants – rosemary, green tea, ginger, mayorana and thyme have been found, which render a strong inhibitory effect on the lipid oxidation of meat products (Laguerre et al., 2007), most of them are used in the culinary treatment of different types of meat.

The possibilities of incorporating biologically active substances from plant origin in food technology as antioxidant stabilizers, especially for products from raw meat products, still not fully tested (Toldrá and Reig, 2011). In-depth scientific and technological research are needed to achieve a proper balance between the antioxidant, flavour and aromatizing action of vegetative extracts when applied as additives in meat products.

The current study aims at tracking the effect of incorporating spirulina (*Arthrospira platensis*) and thyme (*Thymus serpyllum*) on the change in the fatty acid composition of new lyophilized foods from rabbit meat.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Използвани са следните суровини:

- Заешко месо от бут (*Oryctolagus cuniculus*);
- Водни екстракти от мащерка (*Thymus serpyllum*) и спирулина (*Arthrospira platensis*);
- Растителни компоненти: амарант, сладък картоф (батат), орехи, моркови, фурми, червени чушки и

MATERIAL AND METHODS

The following feedstocks are used:

- Rabbit meat of buttock (*Oryctolagus cuniculus*);
- Aqueous extracts of thyme (*Thymus serpyllum*) and spirulina (*Arthrospira platensis*);
- Vegetative components: Amaranth, sweet potato (batat), walnuts, carrots, dates, red peppers and minced

мляно конопено семе.

Като вариантни проби са използвани:

- **Вариант 1** – Контрола (лиофилизирано заешко месо, нетретирано);
- **Вариант 2** – Лиофилизирана храна от заешко месо, третирано с разтвор на мащерка и включени растителни компоненти: амарант, сладък картоф, орехи, моркови, фурми, червени чушки и мляно конопено семе;
- **Вариант 3** – Лиофилизирана храна от заешко месо, третирано с разтвор на спирулина и включени растителни компоненти: амарант, сладък картоф, орехи, моркови, фурми, червени чушки и мляно конопено семе.

Биохимични изследвания*:*

Мастнокиселинен състав – Извършена е екстракция на липидите по метода на Bligh and Dyer с хлороформ и метанол. Метилирането на липидите се извършва с ацетил хлорид и последващо прилагане на тънкослойна хроматография за изолиране на метиловите естери на мастните киселини. Определянето на мастнокиселинния състав на новите храни е проведен на газов хроматограф “Shimadzu-2010“ (Kyoto, Japan).

Технологични методи:

Екстракция – Направен е воден извлек от мащерка – оситнена дрога: гореща вода – 1:15. Полученият разтвор престоява 24 часа и от него е изготвен 100% разтвор на мащерка. Аналогично е изготвен 10% разтвор на спирулина.

С получените разтвори, суровото заешко месо от бут е третирано в продължение на 2 часа.

Сублимационно сушене – Новите храни, изготвени на основата на заешко месо са лиофилизирани в сублимационна инсталация TG 16.50 на фирмата “Hochvacuum” – Германия, при следните технологични параметри: температури на сушене – (-40)°C, температура на десублиматора – (-65)°C, общо налягане в сублиматора 0.20-0.35 mm/Hg и температура на доизсушаване до + 30°C.

hemp seed.

Variant samples were used:

- **Variant 1** – Control (lyophilized rabbit meat, untreated);
- **Variant 2** – Lyophilised rabbit meat food, treated with solution of thyme and included vegetative components: amaranth, sweet potato, walnuts, carrots, dates, red peppers and minced hemp seed;
- **Variant 3** – Lyophilized rabbit meat food, treated with solution of spirulina and included vegetative components: amaranth, sweet potato, walnuts, carrots, dates, red peppers and minced hemp seed.

Biochemical studies:

Fatty acid composition – Lipid extraction is done by Bligh and Dyer method with chloroform and methanol. Methylation of the lipids is accomplished with acetyl chloride and subsequent thin layer chromatography to isolate the methyl esters of the fatty acids. The determination of the fatty acid composition of the novel foods has been performed on a Shimadzu-2010 gas chromatograph (Kyoto, Japan).

Technological methods:

Extraction – A water retrieve of thyme is made – saturated drug: hot water – 1:15. The resulting solution stays for 24 hours and 100% thyme solution is prepared from it. 10% solution of spirulina is prepared, analogously.

Raw rabbit meat of buttock is treated for 2h with the solutions obtained.

Sublimation drying – New foods made from rabbit meat are lyophilized in a TG 16.50 sublimation plant at Hochvacuum, Germany, with following process parameters: drying temperatures – (-40)°C, desublimator temperature – (-65)°C, total pressure in the sublimator 0.20-0.35 mm/Hg and drying out temperature up to + 30°C.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При разработката на всеки нов хранителен продукт, на базата на предварително изградена концепция за механизма на взаимодействие между съставните му части и функциите на организма се определя неговото предназначение и насоченост. С комплексното съчетание на инградиентите в състава на новите храни се постига висок сумарен физиологичен ефект при тяхното приложение.

Експерименталнните изследвания включват създаване на два вида функционални храни на основата на заешко месо, третирано с разтвор на мащерка и с разтвор на спирулина. В рецептурните формули на двата вида храни са включени освен заешко месо и следните растителни компоненти: амарант, сладки картофи, орехи, моркови, фурми, червени чушки и мляно конопено семе, като е постигнат баланс в съотношението между основните хранителни съставки.

Данните за мастонокиселинния състав на липидите в месните продукти са представени в Таблица 1.

RESULTS AND DISCUSSION

At each new food product, which is being developed, based on the preconceived concept of the mechanism of interaction between its constituent parts and the functions of the organism, its purpose and direction are determined. A high summary physiological effect in their application is achieved with the complex combination of ingredients in the composition of novel foods.

Experimental studies include the creation of two types of functional foods, based on rabbit meat, treated with solution of thyme and solution of spirulina. In the recipes formulas of both types of foods are included besides rabbit meat and the following plant components: amaranth, sweet potatoes, walnuts, carrots, dates, red peppers and minced hemp seed, and the balance of the ratio between the basic nutrients is achieved.

Table 1 presents data on lipid fatty acid composition in meat products.

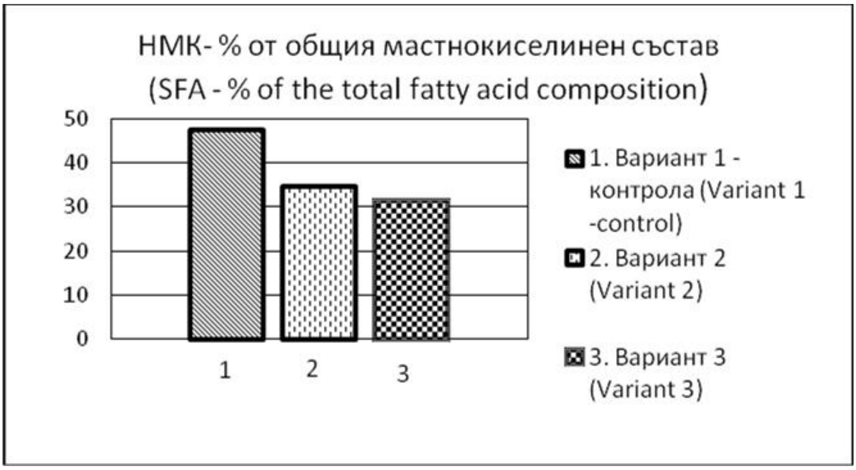
Таблица 1. Основни групи мастни киселини (g/100g мазнина)
Table 1. Main groups of fatty acids (g/100g fat)

Групи МК Groups of fatty acids	1 вариант 1 variant		2 вариант 2 variant		3 вариант 3 variant	
	X	SD	X	SD	X	SD
НМК - SFA	47,37	9,12	34,48	1,57	31,35	1,95
МНМК - MUFA	25,78	2,82	32,30	0,78	39,03	3,80
ПНМК - PUFA	19,43	0,85	28,37	0,68	26,34	1,64
Σ C-18:1 ТМК – Σ C-18:1 TFA	2,10	2,39	5,18	0,15	9,05	0,22
Σn-3	0,94	0,04	1,31	0,03	3,28	0,20
Σ n-6	19,86	0,87	27,06	0,65	26,20	1,23
Σ n-6/Σn-3	21,13	0,00	20,58	0,00	8,02	0,79
Σ C-18:1 ЦМК – Σ C-18:1 CFA	6,29	0,61	14,77	0,35	14,36	1,61
НМК–РК - SFA–BC	5,48	0,10	4,82	0,12	3,52	0,22

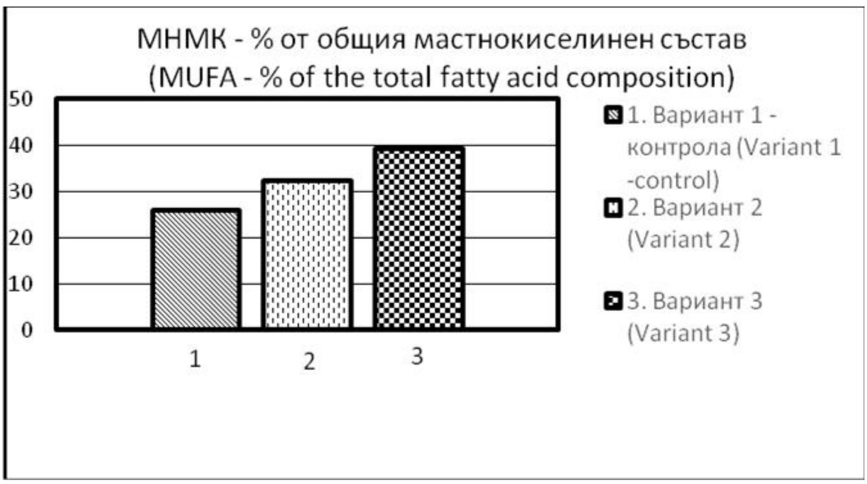
НМК – наситени мастни киселини; SFA – saturated fatty acids;
МНМК – мононенаситени мастни киселини; MUFA – monounsaturated fatty acids;
ПНМК – полиненаситени мастни киселини; PUFA – polyunsaturated fatty acids;
ТМК – транс-мастни киселини; TFA – tranc - fatty acids;
ЦМК – цис - мастни киселини; CFA – cis - fatty acids;
НМК – РК – наситени мастни киселини с разклонена верига; SFA – BC – saturated fatty acids with branched chain

Съвременните научни знания за здравословното хранене дават приоритет на намаляването на потреблението на наситени мастни киселини (НМК), за предотвратяване на сърдечно-съдови заболявания. Установено е, че заместването на НМК с полиненаситени мастни киселини (ПНМК), например със зеленчуци и растителни масла, понижава риска от коронарна болест на сърцето, докато заместването на НМК с въглехидрати не носи здравни ползи.

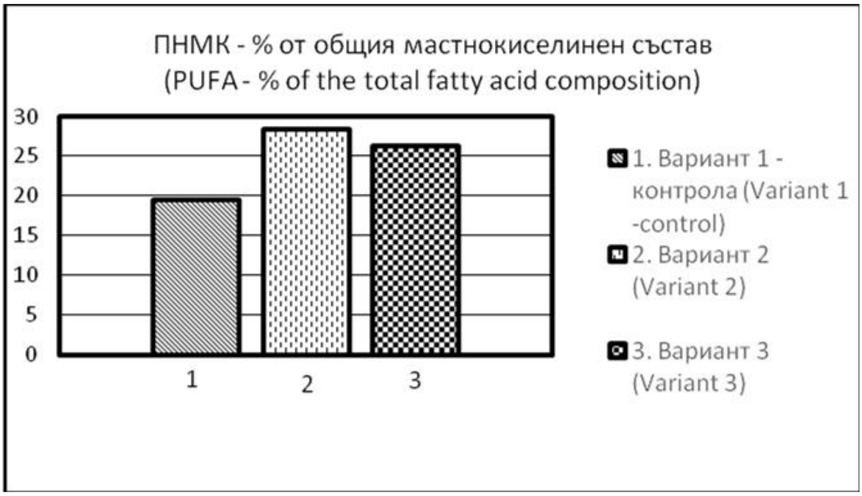
Modern scientific knowledge about healthy eating give priority to reducing the consumption of saturated fatty acids (SFA), to prevent cardiovascular disease. It has been found, that replacing SFA with polyunsaturated fatty acids for example with vegetables and vegetable oils reduces the risk of coronary heart disease, while replacing SFA with carbohydrates does not bring health benefits.



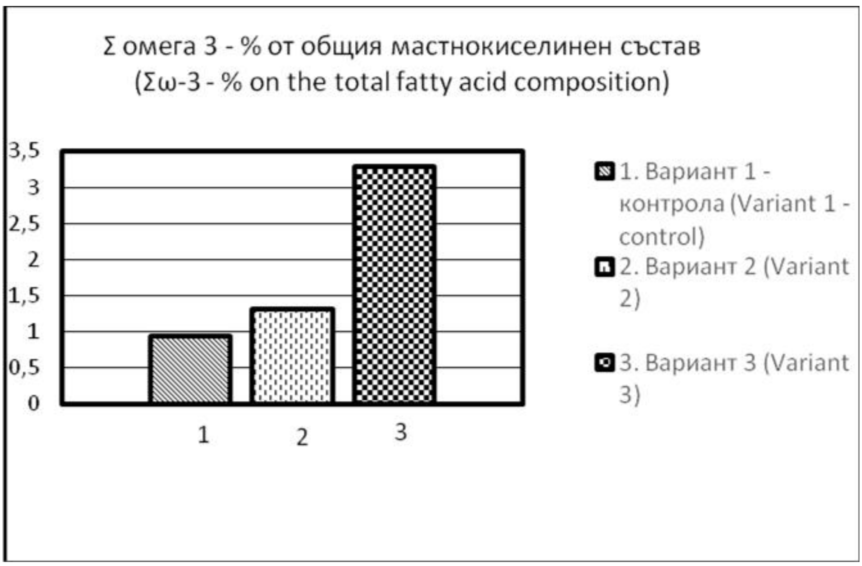
Фиг.1. НМК – Наситени мастни киселини
Fig.1. SFA – Saturated fatty acids



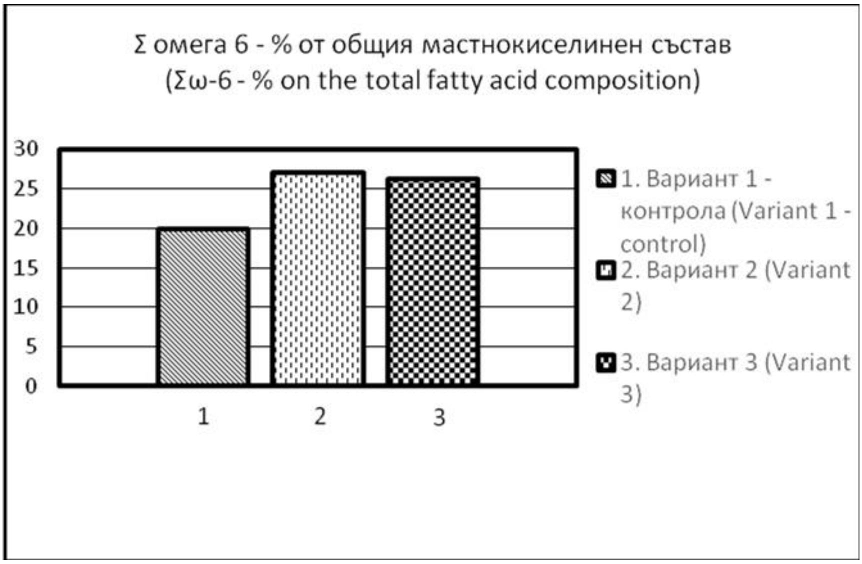
Фиг. 2. МНМК – Мононенаситени мастни киселини
Fig. 2. MUFA – Monounsaturated fatty acids



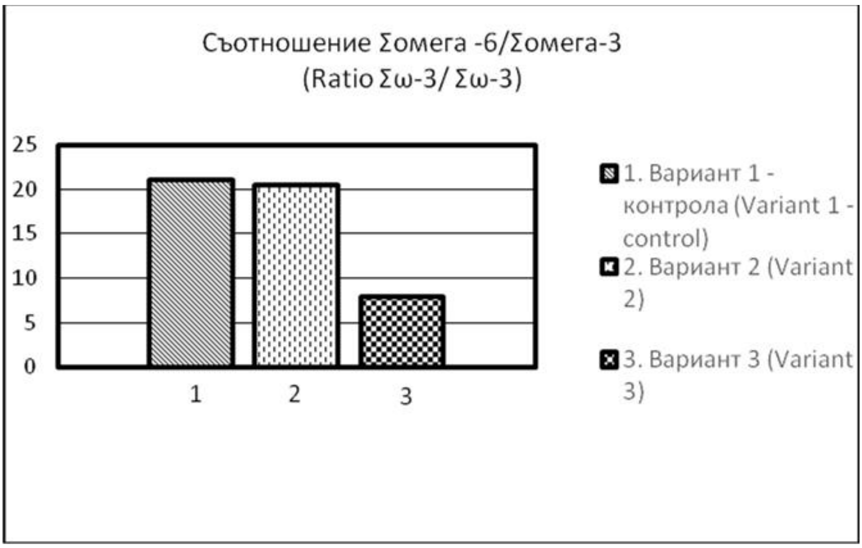
Фиг. 3. ПНМК – Полиненаситени мастни киселини
Fig. 3. PUFA – Polyunsaturated fatty acids



Фиг. 4. ω3 – Мастни киселини
Fig. 4. ω3 – Fatty acids



Фиг. 5. ω6 – Мастни киселини
Fig. 5. ω6 – Fatty acids



Фиг. 6. Съотношение ω6/ω3
Fig. 6. Ratio ω6/ω3

Наситените мастни киселини (НМК) са с най-висока концентрация при контролната проба, намаляват при Вариант 2 (заешко месо, третирано с разтвор на мащерка) и най-ниска концентрация установяваме във Вариант

Saturated fatty acids (SFA) have the highest concentration in the control sample, decrease in Variant 2 (rabbit meat treated with thyme) and the lowest concentration is found in Variant 3 (rabbit meat treated with solution of spirulina) –

3 (заешко месо, третирано с разтвор на спирулина) – 31,35 g/100g мазнина, спрямо контролната проба от заешко месо – 47,37 g/100g мазнина (Фигуара 1).

Количеството на мононенаситените мастни киселини (МНМК) се повишава във Вариант 2 и 3 с от 6,5 до 13,3 g/100 g мазнина, спрямо контролата, вследствие третирането на месата с растителните екстракти, като най-висока стойност за МНМК е установено във Вариант 3 (Фигура 2).

Аналогични са получените резултати за полиненаситените мастни киселини (ПНМК)(Фигура 3) – контрола – 19,43 g/100g мазнина и по-високи стойности за двете нови храни, което се дължи на увеличаване на съдържанието на омега-3 и омега-6 мастните киселини, спрямо контролната проба (Фигура 4 и Фигура 5).

Третирането на заешкото месо с мащерка води до понижаване на съдържанието на разклонени мастни киселини, докато при третиране на месото със спирулина те се увеличават. Тези данни доказват антимикробното действие на екстракта от мащерка. При обработката на месото не се наблюдава загуба на незаменимите мастни киселини и намаляване на хранителната стойност. Третирането не предизвиква образуване на опасни за човешкото здраве свободни радикали.

Заешкото месо се характеризира с високо съдържание на ω-6 и ω-3 мастни киселини, което способства за повишаване на неговите хранителни, вкусови и функционални качества. За постигане на здравословен ефект е препоръчително съотношение на ω-6/ω-3 мастни киселини в диапазона 1/1 до 4/1. Получените резултати показват, че използването на екстракти от ма-щерка и спирулина подобряват балан-са на съотношението ω-6/ω-3 от 21,13 при контролата, до 20,58 при Вариант 2 и 8,02 – при Вариант 3 (Фигура 6).

От проведените експериментални изследвания е установено, че тре-

31,35 g/100g fat, compared to the rabbit meat control sample – 47,37 g/100g fat (Figure 1).

The amount of monounsaturated fatty acids (MUFA) is increased in Variants 2 and 3 from 6,5 to 13,3 g/100 g fat, compared to control due to the treatment of the meat with vegetative extracts, as the highest value for MUFA is found in Variant 3 (Figure 2).

Similar results are obtained for polyunsaturated fatty acids (PUFA) (Figure 3) – control – 19,43 g/100g fat and higher values for both novel foods, due to an increase in the content of omega-3 and omega-6 fatty acids, relative to the control sample (Figure 4 and Figure 5).

Treatment of rabbit meat with thyme leads to a decrease the branched fat acids content, whereas in the treatment of meat with spirulina, they increase. These data prove the antimicrobial action of the thyme extract. In the meat processing is not observed loss of essential fatty acids and a reduction in the nutritional value. Treatment does not cause the formation of free radicals that are dangerous to human health.

Rabbit meat is characterized by high content of ω-6 and ω-3 fatty acids, which helps to the increase of its nutritional, taste and functional qualities. A ratio of ω-6/ω-3 fatty acids in the range 1/1 to 4/1 is recommended, to achieve a healthy effect. The received results show, that the use of extracts of thyme and spirulina improve the balance of the ω-6/ω-3 ratio from 21,13 in the control to 20,58 in Variant 2 and 8,02 in Variant 3 (Figure 6).

Experimental researches have shown that treatment of rabbit meat with тирането на заешко месо с екстракти от мащерка и спирулина води до подобряване на мастнокиселинният профил. Получени са по-високи концентрации на ПНМК и МНМК в сравнение с контролната група, за сметка на намаляване на концентрацията на НМК, както и по-благоприятно съотношение омега 6/омега 3 мастни киселини.

Установените промени в моларните съотношения на мастните киселини през отделните етапи от работата биха могли да се свържат с протичащата, макар и в ниска степен хидролиза и липолиза. В резултат на това се създават условия за формиране на първични и в по-късен етап на вторични продукти от липидно окисление.

extracts of thyme and spirulina leads to an improvement on the fatty acid profile. Higher concentrations of PUFA and MUFA are obtained compared to the control group, at the expense of decreasing the SFA concentration, as well as a more favourable ratio of omega 6/omega 3 fatty acids.

The established changes in molar fatty acid ratios during the individual stages of the work could be related to the ongoing hydrolysis and lipolysis, albeit to a low degree. As a result, conditions are created for the formation of primary and lateral products of lipid oxidation.

ИЗВОДИ

Чрез прилагането на съвременни технологични подходи са създадени рецептури за получаване на храни от заешко месо, третирано с екстракт от спирулина и мащерка, и обогатено с растителни компоненти. Използването на тази комбинация осигурява увеличаване на концентрациите на ПНМК и МНМК, за сметка на намаляване на концентрацията на НМК, както и повишено съдържание на ω-6 и ω-3 мастни киселини. Подобреният мастнокиселинен профил на месото води до подобряване хранителните му качества и дава възможност за разработване на лиофилизирани функционални концентрати с висока антиоксидантна активност и здравословна стойност.

CONCLUSIONS

Recipes for the preparation of rabbit meat foods, treated with extract of spirulina and thyme and enriched with plant components have been created, through the application of modern technological approaches. The use of this combination provides an increase in the concentrations of PUFA and MUFA, at the expense of a decrease in SFA concentration as well as an increase concentration of ω-6 and ω-3 fatty acids. The improved fatty acid profile of the meat leads to improve its nutritional properties and gives the opportunity for the development of lyophilized functional concentrates with high antioxidant activity and healthy value.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Gray, J., I., E. A. Gomaa and D. J. Buckley**, 1996. Oxidative quality and shelf-life of meats. *Meat Science*, 43, 111-123.
2. **Kanner, J.**, 2007. Dietary advanced lipid oxidation endproducts are risk factors to human health. *Molecular Nutrition and Food Research*, 51, 1094-1101.
3. **Laguerre, M., J. Lecomte and P. Villeneuve**, 2007. Evaluation of the ability of antioxidant to counteract lipid oxidation: existing methods, new trends and challenges. *Progress in Lipid Research*, 46, 244-282.
4. **Mayne, S. T.**, 2003. Antioxidant nutrients and chronic disease: use of biomarkers of exposure and oxidative stress status in epidemiologic research. *Journal of Nutrition*, 133, 9335-9405.

5. **Miteva, D., Kr. Dimov and E. Tzvetkova**, 2008. Use of ionizing radiation in the food industry. pp. 51-53 (Bg).
6. **Schönfeldt, H. C. and N. Gibson**, 2008. Changes in the nutrient quality of meat in an obesity context. *Meat Science*, 80, 20-27.
7. **Toldrá, F. and M. Reig**, 2011. Innovations for healthier processed meats. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 517-522.
8. **Valchkov, A.**, 2014. Fatty-acid profile of sheep's milk of the Rhodope Tsigai breed, during the lactation period of mountainous and high-mountain pastures of the Rhodopes. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 14(4), 905-918.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 21 (1), 12-20 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Сравнителен анализ на макро- и микроелементен състав на овче мляко от порода Родопски цигай и получен от него лиофилизиран синбиотичен продукт

Илиана Начева, Александър Вълчков*

Институт по криобиология и хранителни технологии, бул. "Черни връх" № 53, 1407 София, България

Comparative analysis of macro- and microelement composition of sheep's milk of the Rhodopean Tsigay and produced by it lyophilized synbiotic product

Iliana Nacheva, Alexander Valchkov*

Institute of Cryobiology and Food Technologies, 53 Cherni Vrah Blvd., 1407 Sofia, Bulgaria

**E-mail: aleksandar.valchkov@abv.bg*

Received: 18.04.2018 *Accepted:* 11.05.2018 *Published:* 04.06.2018

РЕЗЮМЕ

Сравнен е макроелементният и микроелементен състав на лиофилизирано овче мляко от порода Родопски цигай и на лиофилизирана синбиотична храна, получена от същото мляко. В състава на продукта са включени растителни компоненти, богати на биологично активни вещества – зърнени (киноа), плодове (черен бъз), орехови ядки и подсладител (фруктоза). Анализирано е съдържанието на макроелементите магнезий, натрий, калий, калций, фосфор и на микроелементите мед, желязо, цинк и манган. Концентрациите на магнезий и натрий в синбиотичния продукт нарастват с 0,12 g/kg и 1,33 g/kg, в сравнение с тези в изходната суровина, което съответства на внесените допълнителни съставки. Нивата на фосфор и калций в синбиотика намаляват, съответно с 0,47 g/kg и 1,44 g/kg. Количеството на калий остава почти непроменено в синбиотичната храна (4,28 g/kg), спрямо контролната

SUMMARY

The macroelement and microelement composition of lyophilized sheep's milk of the Rhodopean Tsigay breed and lyophilized synbiotic food, obtained from the same milk, has been compared. The product composition incorporates vegetative components – grains (kinoa), fruits (elderberry), walnut kernels and sweetener (fructose), which are rich in biologically active substances. The content of the macroelements magnesium, sodium, potassium, calcium, phosphorus and the microelements copper, iron, zinc and manganese has been analyzed. The magnesium and sodium concentrations in the synbiotic product increase, compared to those in the raw material, by 0,12 g/kg and 1,33 g/kg, which corresponds to imported ingredients. Phosphorus and calcium levels in the synbiotic decrease by 0,47 g/kg and 1,44 g/kg, respectively. The potassium amount remains almost unchanged in the synbiotic food (4,28

проба (4,29 g/kg). Съдържанието на микроелементи в разработения продукт се увеличава съпоставимо с високото им съдържание в ореховите ядки и киноата. Количеството на микроелементите мед, желязо и манган нарастват съответно с 1,49 mg/kg, 11,79 mg/kg и с 5,38mg/kg, спрямо изходната суровина.

Ключови думи: овче мляко, Родопски цигай, макроелементи, микроелементи, лиофилизирана синбиотична храна

g/kg), compared to the control sample (4,29 g/kg). The microelements content increases in the product obtained, comparable to their high content in walnut kernels and kinoa. The microelements copper, iron and manganese amount increases by 1,49 mg/kg, 11,79 mg /kg and 5,38 mg/kg, compared to the raw material.

Key words: sheep's milk, Rhodopean Tsigay, macroelements, microelements, lyophilized synbiotic food

УВОД

Биологично активните храни са ново и перспективно направление в хранителната индустрия. Това са храни, обогатени с витамини, минерални вещества, хранителни фибри, млечнокисели и бифидобактерии, и други полезни съставки, които регулират функциите в организма и подобряват здравословния статус на консуматорите.

Млякото заема основно място в храненето на човека, тъй като съдържа почти всички необходими за организма хранителни вещества в оптимално съотношение.

Минералните вещества са най-постоянната съставна част на млякото и варират в много тесни граници, в зависимост от породата, индивида, лактационния период, сезона, храненето и някои други фактори (Tsvetkova et al., 2006; Petrova and Angelov, 2007). Потребността на животните от минерални вещества зависи от тяхната млечна продуктивност. По изследвания на някои учени (Khan et al., 2006; Tsvetkova and Angelov, 2011) при увеличаване концентрацията на минерали в дажбата на животните, например до пет и повече килограма, се повишава и съдържанието им в млякото.

Овцете от породата Родопски цигай са невзискателни към храненето и са издържливи на суровите климатични и теренни условия. Съставът и свойствата на млякото при Цигайската порода представлява интерес на про-

INTRODUCTION

Biologically active foods are both a new and perspective trend in food industry. Foods enriched with vitamins, mineral substances, dietary fibres, lactic acid and bifidobacteria, as well as other beneficial ingredients are concerned, which control the functions of the body and improve the health status of consumers.

Milk occupies a prime place in human nutrition, due to the fact that it contains optimal proportions of almost all nutrients needed for the body.

Minerals are the most constant component of milk and they vary within very narrow limits, depending on the breed, the individual, the lactation period, season, feeding and some other factors (Tsvetkova et al., 2006; Petrova and Angelov, 2007). The innate needs of animals for mineral substances depend on their yield of milk. After the research of some scientists (Khan et al., 2006; Tsvetkova and Angelov, 2011) an increase of mineral concentration in the ration of animals, for example, to five kilograms and more, results in increase of their amount in the milk.

Rhodopean Tsigay breed sheep are not pretentious to feeding and are resistant to severe climatic and terrain conditions. The composition and properties of Tsigay breed milk are of research interest to different authors учване за различни автори (Boykoffski et al., 2006).

Голяма част от съществуващите на пазара про- и синбиотични продукти са разработени на основата на обезмаслено или нискомаслено мляко (предимно краве). Производството на овче мляко и продукти от него е застъпено в работата на редица учени (Haenlein et al., 2007; Guillet et al., 2008). До момента в литературата няма данни за синбиотични продукти на основата на овче мляко от порода Родопски цигай с повишено съдържание на биологично активни вещества (ω-3, ω-6, CLA, минерални вещества и др.).

Целта на настоящото изследване е да се определи съдържанието на макро- и микроелементи в лиофилизирано овче мляко от порода Родопски цигай и лиофилизиран синбиотичен продукт, получен от него чрез добавяне на растителни компоненти, богати на биологично-активни вещества.

(Boikoffski et al., 2006).

A great part of the existing pro-and synbiotic products on the market have been developed on the basis of skim or low-fat milk (mainly from cows). The production of sheep's milk and its products is covered in the work of a number of scientists (Haenlein et al., 2007; Guillet et al., 2008). To date there exist no data in literature about synbiotic products on the basis of sheep's milk of the Rhodopean Tsigay breed to indicate an increased content of biologically active substances (ω-3, ω-6, CLA, mineral substances, etc.).

This study aims at determining the content of macro- and microelements in lyophilized sheep's milk of Rhodopean Tsigay breed, as well as the content of lyophilized synbiotic product, obtained from it by addition of vegetative components, rich in biologically active substances.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Като изходна суровина за получаване на синбиотичната лиофилизирана храна е използвано овче мляко от порода Родопски цигай от местност „Новак“, гр.Смолян. Към млякото е внесен пробиотичен комплекс от млечнокисели бактерии: *Lactobacillus bulgaricus* 1381, *Streptococcus thermophilus* 1374, *Lactobacillus acidophilus* 1379 от колекцията на ИКХТ, с доказани пробиотични свойства. Комбинираната закваска от млечнокисели бактерии е включена в хидроколоиден разтвор на хитозан. За целта е използван „Chitosan” (Deacetylated chitin, Poly (D-glucosamine) на фирма “SIGMA”.

Съставът на синбиотичната храна е обогатен с натурални растителни компоненти – зърнени (киноа), плодове (черен бъз), орехови ядки и подсладител (фруктоза).

В качеството на контрола е използвано лиофилизирано овче мляко от същата порода, добито от същия

MATERIAL AND METHODS

Sheep's milk from the Rhodopean Tsigay breed in the Novak locality, Smolyan, was used as raw material for the production of the synbiotic lyophilized food. A probiotic complex of lactic acid bacteria was introduced into the milk: *Lactobacillus bulgaricus* 1381, *Streptococcus thermophilus* 1374, *Lactobacillus acidophilus* 1379 from the ICFT collection of proven probiotic properties. The compound starter of lactic acid bacteria was introduced in a hydrocolloid chitosan solution. For this purpose "Chitosan" (Deacetylated chitin, "SIGMA" Poly (D-glucosamine) were used.

The composition of the synbiotic food was supplemented by natural vegetative components - cereal (kinoa), fruit (black elderberry), walnut kernels and sweetener (fructose).

Lyophilised sheep's milk of the same breed yielded in the same region was used as a control. Samples freezing район. Замразяването на пробите е осъществено в хладилна инсталация с принудителна конвекция на въздушната среда до температура -35°C. Сублимационното сушене е извършено в лабораторна сублимационна инсталация на фирмата - “Hochvakuum-TG – 16.50” с кондуктивно нагряване на плочите. Анализът за определяне съдържанието на макро и микроелементи в контролната проба и синбиотичния образец е извършен на атомно-емисионен спектрофотометър „AES-ICP”. Резултатите са обработени с помощта на програмен продукт MS Office Excel.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Внесените растителни съставки и хитозана подобряват жизнеспособността и резистентността на млечнокиселата микрофлора на синбиотичния продукт. Хитозанът, освен че представлява биологично активен компонент, се проявява и като ефективен криопротектор, като повишава стабилността на клетките и повлиява благоприятно преживяемостта им след лиофилизация. Към този хидроколоид през последните години има особен интерес по отношение неговия състав, физиологично действие и качествата му на пребиотик (Kamalian et al., 2014).

Използваните биогенни съставки съдържат фибри, олиго - и полизахариди и проявяват пребиотично действие. В състава им влизат и редица други полезни съставки – есенциални амино - и мастни киселини, минерални вещества, витамини, антиоксиданти и др., които увеличават хранителната и лечебна стойност на синбиотичната храна.

Добавените семена от киноа съдържат набор от полезни компоненти – минерали, витамини, есенциални мастни киселини, незаменими аминокиселини, макро- и микроелементи, феноли, фруктоза, D-ксилоза, малтоза, фибри, и др. (Tang et al., 2015).

Ореховите ядки са богати на фибри, витамини от група В, антиоксиданти, белтъчни вещества, мазнини, както и на цяла гама от макро- и

was provided by means of a refrigeration installation at forced convection of the air environment to -35°C. The sublimation drying was carried out in a laboratory sublimation installation of the company - "Hochvakuum-TG – 16.50" applying conductive heating of the plates. The analysis for determination of macro- and micro-elements amount in the control sample and of the synbiotic sample was performed by means of AES-ICP atomic-emission spectrophotometer. The results were processed using software product MS Office Excel.

RESULTS AND DISCUSSION

The vegetative ingredients introduced as well as the chitosan improve the viability and resistance of the lactic acid microflora of the synbiotic product. Besides being a biologically active component, the chitosan, also proved to be an efficient cryoprotector, increasing cell stability and positively affecting their vitalilty after lyophilisation. As far as its composition, physiological action and its prebiotic qualities are concerned, (Kamalian et al., 2014), the hydrocolloid described here has manifested a particular interest, recently.

The biogenic ingredients used contain fibres, oligo- and polysaccharides and they display prebiotic activity. Their composition includes also a lot of other beneficial ingredients – essential amino- and fatty acids, mineral substances, vitamins, antioxidants, etc., which increase the nutritional and healing value of the synbiotic food.

The kinoa seeds added contain a set of beneficial components – minerals, vitamins, essential fatty acids, essential amino acids, macro- and microelements, phenols, fructose, D-xylose, maltose, fibres, etc. (Tang et al., 2015).

The walnut kernels are rich in fibres, Group B vitamins, antioxidants, proteins, fats, as well as a whole range of macro- and microelements. The high микроелементи. Високото съдържание на полиненаситени мастни киселини намалява риска от сърдечно-съдови заболявания и подобрява съдържанието на липиди в кръвта. Съдържат също високо количество α-токоферол, витамин Е, които имат антиоксидантно действие, предимно в предотвратяване процеса на окисляване на липидите (Verardo et al., 2013; Gogoaşă et al., 2016).

Черният бъз е богат на антиоксиданти, които играят съществена роля в превенцията на сърдечно-съдови заболявания, рак и невродегенеративни заболявания. Екстрактите от бъз имат положителен ефект срещу оксидативен стрес, намаляват серумните липиди, увеличават имуномодулиращата активност. Той също съдържа макро и микроелементи (Lamy et al., 2018).

Фруктозата е един от трите диетични монозахарида, заедно с глюкозата и галактозата, които се абсорбират директно в кръвта по време на храносмилането. Тя има по-слабо въздействие върху нивата на кръвната захар, за разлика от глюкозата, затова е известна и като захар за диабетици (Rippe et al, 2015).

В Таблица 1 е показано съдържанието на макроелементите Ca, K, Mg, Na и P в лиофилизираното овче мляко и получената лиофилизирана синбиотична храна.

content of polyunsaturated fatty acids reduces the risk of cardiovascular diseases and improves lipid levels in the blood. They also contain a high quantity of α-tocopherol, vitamin E, which have an antioxidant effect, mainly in preventing the lipid oxidation process (Verardo et al., 2013; Gogoaşa et al., 2016).

Black elderberry is rich in antioxidants, which play an important role in the prevention of cardiovascular diseases, cancer and neurodegenerative diseases. Elderberry extracts have a positive effect against oxidative stress, they reduce serum lipids and increase immune-modulatory activity. It also contains macro and microelements (Lamy et al., 2018).

Fructose is one of the three dietary mono-saccharides, along with glucose and galactose, which are absorbed directly into the blood during digestion. Its effect on blood sugar levels is lower, unlike glucose that is why it is known as sugar for diabetics (Rippe et al, 2015).

Table 1 shows the content of Ca, K, Mg, Na and P macroelements in lyophilized sheep's milk and in the lyophilized synbiotic food obtained.

Таблица 1. Съдържание на макроелементите Ca, K, Mg, Na и P в лиофилизирано овче мляко от породата Родопски цигай и лиофилизирана синбиотична храна, g/kg (n=6)
Table 1. Macroelements content Ca, K, Mg, Na and P in lyophilized sheep's milk of the breed Rhodopean Tsigay and lyophilized synbiotic food, g/kg (n=6)

Макроелементи Macroelements	Лиофилизирано овче мляко (контрола) Lyophilized sheep's milk (control)	Лиофилизирана синбиотична храна от овче мляко Lyophilized synbiotic food of sheep's milk
Ca	6,78±0,10 a***	5,34±0,13
K	4,29±0,31	4,28±0,30
Mg	0,72±0,08	0,84±0,03
Na	1,81±0,14 a**	3,14±0,21
P	3,75±0,13	3,28±0,29

P<0,05*; P<0,01; P<0,001*****
a – лиофилизирано овче мляко/лиофилизирана синбиотична храна от овче мляко
a – lyophilized sheep's milk/lyophilized sybiotic food of sheep's milk

Експерименталните резултати показват, че концентрациите на фосфор и калций в синбиотичния продукт намаляват в сравнение с тези в изходното мляко, съответно с 0,47 g/kg и 1,44 g/kg (P<0,001) поради ниското им съдържание във внесените добавки (орехови ядки, киноа, черен бъз). По данни на National Nutrient Database for Standard Reference Release количеството на фосфор в ореховите ядки е 3,46 g/kg, в киноата е 4,57 g/kg, а в черния бъз – 0,39 g/kg. Съдържанието на калций в ореховите ядки е 0,98 g/kg, в киноата е 0,47 g/kg, а в черния бъз е 0,38 g/kg.

Количеството на калий остава почти непроменено в синбиотичната храна (4,28 g/kg), спрямо контролната проба (4,29 g/kg). Това показва, че внесените съставки не оказват влияние върху неговото съдържание в получения синбиотик.

Съдържанието на магнезий и натрий нараства, спрямо това в изходна-та суровина, съответно с 0,12 g/kg и 1,33 g/kg (P<0,01), което е свързано с внесените растителни компоненти (Tarantino, 2004; Kolata, 2009).

В Таблица 2 е представено съдържанието на микроелементите Cu, Fe, Mn и Zn в изследваните образци.

The experimental results show that phosphorus and calcium concentrations in the synbiotic product decrease by 0,47 g/kg and 1,44 g/kg (P <0,001), compared to those in starting milk due to their low content in the imported additives (walnut kernels, kinoa, black elder). According to National Nutrient Database for Standard Reference Release, the amount of phosphorus in walnut kernels is 3,46 g/kg, in kinoa it is 4,57 g/kg and in the black elder - 0,39 g/kg. The amount of calcium in walnut kernels is 0,98 g/kg, in the kinoa seeds it is 0,47 g/kg, and in black elder - 0,38 g/kg.

The amount of potassium remained almost unchanged in the synbiotic food (4,28 g/kg) compared to the control sample (4,29 g/kg). This is to indicate that the ingredients introduced have no influence on K amount in the obtained synbiotic.

The amount of magnesium and sodium increased by 0,12 g/kg and 1,33 g/kg (P<0,01) respectively, when compared to that in the output feedstock, which is due to the vegetative components added (Tarantino, 2004; Kolata, 2009).

Table 2 shows the content of Cu, Fe, Mn and Zn microelements in the samples analysed.

Таблица 2. Съдържание на микроелементите Cu, Fe, Mn и Zn в овче мляко от породата Родопски цигай и лиофилизирана синбиотична храна, mg/kg (n=6)

Table 2. Ingredients of Cu, Fe, Mn and Zn trace elements in breed’s sheep’s milk Rhodopean Tsigay and lyophilized synbiotic food, mg/kg (n=6)

Микроелементи Microelements	**Лиофилизирано овче мляко (контрола) Lyophilized sheep’s milk (control)**	**Лиофилизирана синбиотична храна от овче мляко Lyophilized synbiotic food of sheep’s milk**
Cu	0,30±0,001 a***	1,79±0,001
Fe	4,33±0,002 a***	15,50±0,002
Mn	0,65±0,002 a***	6,03±0,005
Zn	19,10±0,001 a***	19,70±0,004

P<0,05*; P<0,01; P<0,001*****

а – лиофилизирано овче мляко/лиофилизирана синбиотична храна от овче мляко

a – lyophilized sheep’s milk/lyophilized sybiotic food of sheep’s milk

Количеството на микроелементите в синбиотичния продукт се повишава, спрямо изходната суровина. Това се дължи на внесените компоненти към синбиотичната храна, предимно орехови ядки и киноа, които са богати на тези елементи. Съдържанието на мед нараства шест пъти (P<0,001) с 1,49 mg/kg, а на желязо – три пъти с 11,79 mg/kg (P<0,001). Най-силно е изразено нарастването на нивото на мангана – девет пъти с 5,38 mg/kg (P<0,001), спрямо изходната суровина. Съдържанието на цинк се увеличава съвсем слабо с 0,6 mg/kg (P<0,001). По литературни данни на National Nutrient Database for Standard Reference Release съдържанието в ореховите ядки на Cu, Fe, Mn и Zn е съответно 15,86 mg/kg, 29,8 mg/kg, 34,14 mg/kg и 30,9 mg/kg, а концентациите на Fe, Mn и Zn в киноата са 46 mg/kg, 20 mg/kg и 31 mg/kg. Количеството на желязото в черния бъз е 16 mg/kg, а на цинка – 1,1 mg/kg. Високото съдържание на манган в орехите съответства и на значително повишеното му количество в синбиотичната храна.

The amount of microelements in the synbiotic product increases, compared to the starting material. This is due to the components added to the synbiotic food, mostly walnut kernels and kinoa, which are rich in these elements. The copper amount increased six times (P<0,001) by 1,49 mg/kg, and iron content – three times by 11,79 mg/kg (P<0,001). The increased manganese level is the most pronounced – nine times by 5,38 mg/kg (P<0,001), compared to the starting material. The zinc content increased quite slightly by 0,6mg/kg (P<0,001). According to the National Nutrient Database for Standard Reference Release the content of Cu, Fe, Mn and Zn in the walnut kernels is 15,86 mg/kg, 29,8mg/kg, 34,14 mg/kg and 30,9 mg/kg respectively, and the concentrations of Fe, Mn and Zn in the kinoa are 46 mg/kg, 20 mg/kg and 31 mg/kg. The amount of iron in the black elder is 16 mg/kg, and that of zinc – 1,1 mg/kg. The high content of manganese in walnuts also corresponds to its significantly increased amount in the synbiotic food.

ИЗВОДИ

В синбиотичната лиофилизирана храна, основно нараства количеството на макроелементите магнезий и натрий, в резултат на внесените компоненти – орехови ядки и киноа. Концентрациите на фосфор и калций в синбиотичния продукт слабо се редуцират, вероятно поради по-ниското им съдържание в растителните добавки (киноа, орехови ядки, черен бъз). Не е установена промяна в съдържанието на макроелемента калий.

За разлика от макроелементите, в синбиотичния продукт се наблюдава многократно повишаване нивата на микроелементите манган, мед и желязо. Особено значимо е нарастването на количеството на елемента манган, който в синбиотичната храна се увеличава девет пъти (P<0,001). Това може

CONCLUSIONS

The amount of macroelements – magnesium and sodium, increases mainly in the synbiotic lyophilized food, as a result of the imported components – walnut kernels and kinoa. Concentrations of phosphorus and calcium in the synbiotic product slightly reduce, probably due to their lower amount in the vegetative supplements (walnut kernels, kinoa, black elder). A change in the K macro-element amount was not established.

Unlike macro-elements, the synbiotic product manifests a multiple increase of the levels of manganese, copper and iron microelements. A special interest should be roused for the increase of manganese amount, which in the synbiotic food increases nine times (P<0,001). This might be due to its high да се свърже с високото му съдържание в ореховите ядки (34,14 mg/kg). В сравнение с тези три микроелемента съдържанието на цинк в синбиотичната храна нараства съвсем слабо.

content in walnut kernels (34,14mg/kg). The zinc content in the synbiotic food grows quite slightly, compared to the three microelements.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Boykoffski, S., G. Stefanova and D. Dimitrov**, 2006. Breeds and sheep breeders cultivated in Bulgaria. June Express, Shumen (Bg).
2. **Gogoaşă, I., C. Ciontoş, C. Costescu, A. Negrea, Alda Liana Maria, Rada Maria, Velimirovici Dana, S. Alda and M. Danci**, 2016. Determining essential minerals in walnut oil, *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 20 (3), 27-30.
3. **Guillet, I., K. Raynal-Ljutovac, G. Lagriffoul, P. Paccard and Y. Chilliard**, 2008. Composition of goat and sheepmilk products: An update. *Small Ruminant Research*, 79, (1), 57-72.
4. **Haenlein, W., M. Ramosc and Y. W. Park**, 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 88-113.
5. **Kamalian, N., H. Mirhosseini, S. Mustafa and M. Y. Manap**, 2014. Effect of alginate and chitosan on viability and release behavior of Bifidobacterium pseudocatenulatum G4 in simulated gastrointestinal fluid. *Carbohydrate Polymers*, 111, 700-706.
6. **Khan, I., M. Ashraf, A. Hussain, L. R. McDowell and M. Y. Ashraf**, 2006. Concentrations of minerals in milk of sheep and goats grazing similar pastures in a semiarid region of Pakistan. *Small Ruminant Research*, 65 (3), 274-278.
7. **Kolata, A. L.,** 2009. Quinoa. Quinoa: Production, Consumption and Social Value in Historical Context. *Department of Anthropology, The University of Chicago*.
8. **Lamy, S., É. Muhire and B. Annabi**, 2018. Antiproliferative efficacy of elderberries and elderflowers (*Sambucus canadensis*) on glioma and brain endothelial cells under normoxic and hypoxic conditions. *Journal of Functional Foods*, 40, 164-179.
9. National Nutrient Database for Standard Reference Release, USDA Nutrient Database. http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/.
10. **Petrova, I. and L. Angelov**, 2007. Dynamics in the parameters of sheep's milk and milk lyophilisates in pastures with different botanical composition. *Scientific Conference with International Participation "Nutritional Science, Techniques and Technologies 2007", Scientific papers*, LIV (1), 55-59 (Bg).
11. **Rippe, M. and Theodore J. Angelopoulos**, 2015. Fructose-Containing Sugars and Cardiovascular Disease. *Advances in Nutrition*, 6 (4), 430–439.
12. **Tang, Y., X. Li, P. X. Chen, B. Zhang, M. Hernandez, H. Zhang, M. F. Marcone, R. Liu and R. Tsao**, 2015. Characterisation of fatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds of three Chenopodium quinoa Willd. Genotypes. *Food Chemistry*, 174, 502–508.
13. **Tarantino, L.M.**, 2004. Qualified Health Claims: Letter of Enforcement Discretion - Walnuts and Coronary Heart Disease (Docket No 02P-0292". US Food and Drug Administration, Labeling and Nutrition.
14. **Tsvetkova, E., R. Nikolova, K. Dimov, A. Balasopulo and D. Miteva**, 2006. Safe food preservation technology. In: *Proceedings of the 3-th Central European Congress of food*, pp.1-8.

15. **Tsvetkova, V. and L. Angelov**, 2011. Characteristics of sheep's milk and dairy products. *Agricultural Sciences*, 44, 12-19 (Bg).
16. **Verardo, V., Y. Riciputi, G. Sorrenti, Paola Ornaghi, Bruno Marangoni and Maria Fiorenza Caboni**, 2013. Effect of nitrogen fertilisation rates on the content of fatty acids, sterols, tocopherols and phenolic compounds, and on the oxidative stability of walnuts. *LWT - Food Science and Technology*, 50 (2), 732-738.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (1), 21-31 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Оценка на мастнокиселинния профил на кефир от козе мляко

Илиана Начева, Александър Вълчков*, Камелия Логиновска, Силвия Иванова

Институт по криобиология и хранителни технологии, бул. "Черни връх" № 53, 1407 София, България

Evaluation of the fatty acid profile of goat's milk

Iliana Nacheva, Alexander Valchkov*, Kamelia Loginovska, Silvia Ivanova

Institute of Cryobiology and Food Technologies, 53 Cherni Vrah Blvd., 1407 Sofia, Bulgaria

**E-mail: aleksandar.valchkov@abv.bg*

Received: 13.04.2018 *Accepted:* 14.05.2018 *Published:* 04.06.2018

РЕЗЮМЕ

Извършен е анализ на мастнокиселинния състав на 2%-тен кефир, получен от козе мляко (порода Българска Бяла Млечна). Данните показват, че нивото на наситените и мононенаситените мастни киселини в кефира не се различава съществено от това в изходното мляко. В получения ферментирал продукт е установено слабо нарастване на количеството им, съответно с 0,71g/100g мазнина за наситените и с 0,87g/100g мазнина за мононенаситените. Нивото на полиненаситените мастни киселини в кефира е редуцирано с 1,15g/100g мазнина, спрямо съдържанието им в изходната суровина. Съдържанието на ω-3 и ω-6 есенциалните мастни киселини е ниско както в изходното мляко, така и в получения продукт. Атерогенния индекс на кефира е с по-ниска стойност (1,22) от тази на индекса на изходната суровина (1,34), което определя ферментиралия продукт като по-здравословен по отношение съдържанието на липиди.

SUMMARY

An analysis of the fatty acid composition of 2% kefir obtained from goat's milk (Bulgarian White Dairy Breed) has been carried out. The data shows, that the level of saturated and monounsaturated fatty acids in kefir does not differ significantly from that in the starting milk. A slight increase in their quantity has been registered, by 0,71g/100g fat for the saturated ones and by 0,87g/100g fat for the monounsaturated ones, in the final fermented product, respectively. The polyunsaturated fatty acids level in kefir reduces by 1,15g/100g fat, in terms of their content in the raw material. The ω-3 and ω-6 essential fatty acids content is low in both the starting milk and the resulting product. The kefir atherogenic index possesses a lower value (1,22), than that of the raw material index (1,34), which determines the fermented product as healthier with respect to the lipid content.

Стойностите на липидния превантивен скор на опитните образци са почти идентични, съответно 93,16g/100g продукт и 93,71g/100g продукт. На базата на получените данни за липидния им състав, козето мляко и полученият ферментирал продукт – кефир, могат да бъдат определени като продукти с подчертани здравословни ефекти.

Ключови думи: Кефир, козе мляко, есенциални мастни киселини

The lipid preventative score values of the test samples are almost identical, 93,16g/100g product and 93,71g/100g product, respectively. Goat's milk and fermented kefir product can be identified as products of distinct health effects, based on their lipid composition data.

Key words: Kefir, goat's milk, essential fatty acids

УВОД

Млякото и млечните продукти са едни от най-добре възприетите и масово консумирани храни. За получаването им се използват ферментационни технологии с участието на различни млечнокисели бактерии, като така се постига увеличаване на диетичния им потенциал.

Един от най-полезните продукти за човешкото здраве от групата на ферментиралите млечнокисели продукти е кефирът. Той обезпечава потребностите на организма от пълноценен калций, подходящ е за всички възрастови групи и е с висока усвояемост (Dobrev et al., 2010). Стартерната култура на кефира – кефирните зърна, представляват формация, съдържаща матрица от протеини, мазнини, захари и симбиотична асоциация от млечнокисели бактерии *Lactobacillus kefiri*, *Leuconostoc, Lactococcus* и *Acetobacter* и ферментиращи и неферментиращи лактозата дрожди (*Kluyveromyces marxianus, Saccharomyces unisporus, Saccharomyces cerevisiae и Saccharomyces exiguus*) (Oliveira et al., 2013).

По стандарт броят на млечнокиселите микроорганизми, определящи стартерната култура, трябва да бъде не по-малко от 10^7 CFU/g и дрожди поне 10^4 CFU/g (Codex Standard for Fermented Milks).

Алергията към краве мляко и млечни продукти е една от най-широко разпространените хранителни алергии напоследък и съставлява 10-40% от

INTRODUCTION

Milk and dairy products are some of the best digested and widely consumed foods. To achieve a dietary potential increase of the products, fermentation technologies are applied after supplementing with diverse lactic acid bacteria.

Kefir is one of the most beneficial products for human health in the group of fermented lactic acid products. For the needs of the body it provides adequate calcium for all age groups of people and it is of high assimilation ability (Dobrev et al., 2010). The starter culture of kefir - kefir beans, are in fact a formation containing a matrix of proteins, fats, sugars and a symbiotic association of lactic acid bacteria *Lactobacillus kefiri, Leuconostoc, Lactococcus* and *Acetobacter,* as well *as* lactose fermenting and non-fermenting yeasts (*Kluyveromyces marxianus, Saccharomyces unisporus, Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces exiguus*) (Oliveira et al., 2013).

The standard number of lactic acid microorganisms determining the starter culture, should be no less than 10^7 CFU/g and yeast should be at least 10^4 CFU/g (Codex Standard for Fermented Milks).

Intolerance to cow's milk and dairy products has been one of the most widespread food allergies lately and it accounts for 10-40% of all known food всички познати хранителни алергии. Една от възможните алтернативи за избягване и намаляване на негативното въздействие на млечните протеини от пациенти, алергични към краве мляко, е включване в диетата им на козе мляко и ферментирали продукти от него. Козето мляко е хранителен продукт с доказани лечебни качества. То съдържа всички полезни ингрaдиенти, налични в кравето мляко, като има в по-голямо количество Ca, Mg и P и по-малко витамин D, витамин B_{12}, фолиева киселина и лактоза, в сравнение с кравето. Затова е подходящо за хора с непоносимост към лактозата (Metodieva and Doneva, 2010; Yadav et al., 2016).

Възможностите за включването на козето мляко като компонент в продукти с функционално предназначение имат ограничен характер и не са достатъчно изследвани.

За определянето здравословния ефект на хранителните продукти по отношение на липидното им съдържание са въведени показателите – липиден превантивен скор (ЛПС) и атерогенен индекс (АИ). Липидният превантивен скор за първи път е предложен от Richard и Charbonnier (1994) като показател за балансираност на мастнокиселинния състав на млякото. Терминът „Атерогенен индекс“ е предложен от Ulbricht и Charbonnier (1991) като хранителен показател във връзка с риска от сърдечно-съдови заболявания, дислипидемия, диабет тип 2, нарушен глюкозен метаболизъм и др.

Целта на настоящото изследване е да се направи оценка на мастнокиселинния профил на кефир, получен на основата на козе мляко.

allergies. One of the available alternatives for avoiding and reducing the negative effect of milk proteins with patients who are allergic to cow’s milk is to include goat’s milk and fermented products in their diet.

Goat milk is a food product of proven healing qualities. It contains all the useful ingredients which are also present in cow’s milk, however it has a higher amount of Ca, Mg and P and less vitamin D, vitamin B_{12}, folic acid and lactose, compared to cow’s milk. Therefore, it is proper for people intolerant to lactose (Metodieva and Doneva, 2010; Yadav et al., 2016).

Considerations for goat milk to be implemented as a component into functional products are of a limited nature and have not been sufficiently studied.

The indicators – Lipid Preventive Score (LPS) and Atherogenic Index (AI) have been introduced to determine the health effects of food products regarding to their lipid content. The lipid preventive score was first proposed by Richard and Charbonnier (1994) as an balance indicator for the fatty acid content of milk. The term "atherogenic index" was proposed by Ulbricht and Charbonnier (1991) as a nutritional indicator concerning the risk of cardiovascular disease, dyslipidemia, type 2 diabetes, impaired glucose metabolism, etc.

The current study aims at evaluation of the fatty acid profile of kefir obtained from goat’s milk.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Биотехнологичен подход: Използван е метод за получаване на кефирна напитка, включващ директно влагане на кефирни зърна (2%) в пастьоризирано при 85°C за 15 минути и охладено до 20-25°C козе мляко. Проведените предварителни експери-

MATERIAL AND METHODS

Biotechnological Approach: A method of producing a kefir beverage has been applied, directly including kefir beans (2%) in goat’s milk, which has been pasteurized at 85°C for 15 minutes and cooled to 20-25°C. The preliminary experiments for kefir production of менти за получаване на кефир с различни концентрации на кефирните зърна (1%, 2% и 5%) доказват, че 2%-тната концентрация на стартерната култура е оптимална за отчетените стойности на технологичните показатели – активна и титруема киселинност, време на ферментация, плътност и консистенция на коагулата и е с най-добро съотношение между количество използвани кефирни зърна за ферментация и параметри на микрофлората в процеса на съхранение.

Ферментация: Натуралната стартерна култура се активира неколкократно в стерилно обезмаслено мляко при 25°C в продължение на 24 часа. Така активираните кефирни зърна се инокулират в пастьоризирано козе мляко и се инкубират статично при 25°C в продължение на 24 часа до достигане на pH 4,6-4,8 и титруема киселинност 90-100°Т. След приключване на ферментационния процес, зърната се отстраняват чрез филтриране.

Биохимичен подход: Анализиран е мастнокиселинния състав на изходното козе мляко и получения 2%-тен кефир. Екстракцията на млечната мазнина в контролната проба и кефира е проведена по метода на Roese-Gottlieb, а метилирането е извършено с натриев метилат. Метиловите естери на мастните киселини са анализирани с помощта на газов хроматограф Shimadzu-2010 (Kyoto, Japan), снабден с пламъчно-йонизационен детектор и автоматична инжекционна система (AOAC-2010).

Изчислени са атерогенния индекс (АИ) и липидния превантивен скор (ЛПС) на изследваните образци по съдържанието им на мастни киселини. АИ е изчислен по формулата на Ulbricht и Charbonnier (1991):

different concentrations of kefir beans (1%, 2% and 5%), prove that the 2% concentration of the starter culture is optimal for the reported values of the technological indicators – active and titratable acidity, fermentation duration, density and consistency of the coagulum and it has the best ratio between the amount of kefir grains used for fermentation and the microflora parameters in the storage process.

Fermentation: The natural starter culture is activated several times in sterile skim-milk at 25°C for 24 hours. The activated kefir beans are then inoculated into pasteurized goat's milk and statically incubated at 25°C for 24 hours until values of pH of 4,6-4,8 and a titratable acidity of 90-100°T are reached. After completion of the fermentation process, the beads are removed by filtration.

Biochemical approach: The fatty acid composition of the starting goat's milk and the obtained 2% kefir are analysed. The extraction of milk fat both in the control sample and the kefir has been carried out after the Roese-Gottlieb method while the methylation has been performed by means of sodium methylate. Fatty acid methyl esters have been analyzed using a Shimadzu-2010 gas chromatograph (Kyoto, Japan) equipped with a flame-ionization detector and an automated injection system (AOAC-2010).

The Atherogenic Index (AI) and Lipid Preventive Score (LPS) of the samples tested in accordance with their fatty acid content have been calculated. The AI has been calculated using the formula of Ulbricht and Charbonnier (1991):

$$\text{АИ} = \frac{C12{:}0 + 4 \times C14{:}0 + C16{:}0}{\text{МНМК} + \text{ПНМК}}$$

AI = C12:0 + 4xC14:0 + C16:0 / MUFA + PUFA

където C12:0 е лауринова киселина (g/100g мазнина); C14:0 – миристинова киселина (g/100g мазнина); C16:0 –

where C12:0 is lauric acid (g/100g fat); C14:0 – myristic acid (g/100g fat); C16:0 – palmitic acid (g/100g fat); MUFA –

палмитинова киселина (g/100g мазнина); МНМК – мононенаситени мастни киселини (g/100g мазнина); ПНМК – полиненаситени мастни киселини (g/100g мазнина) в опитните образци.

ЛПС е изчислен по уравнението на Richard и Charbonnier (1994):

monounsaturated fatty acids (g/100g fat); PUFA – polyunsaturated fatty acids (g/100g fat) in the test samples.

The LPS has been calculated following Richard and Charbonnier equation (1994):

ЛПС=ОЛ+2хНМК-МНМК-0,5хПНМК

LPS = TL + 2xSFA - MUFA - 0,5xPUFA

където ОЛ (общ липид) е общото съдържание на липиди (g/100g продукт); НМК – наситени мастни киселини (g/100g мазнина); МНМК – мононенаситени мастни киселини (g/100g мазнина); ПНМК – полиненаситени мастни киселини (g/100g мазнина) в изходното козе мляко и полученият кефир.

Статистическа обработка: Резултатите са обработени с помощта на програмен продукт MS Office Excel.

where TL (total lipid) is the total lipid content (g/100g product); SFA – saturated fatty acids (g/100g fat); MUFA – monounsaturated fatty acids (g/100g fat); PUFA – polyunsaturated fatty acids (g/100g of fat) in the starting goat's milk as well as in the kefir obtained.

Statistical processing: The results have been processed using a software product MS Office Excel.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Направена е сравнителна оценка между получените експериментални данни за мастнокиселинния състав на кефира и изходната суровина за производството му – прясно козе мляко от порода Българска Бяла Млечна.

Резултатите от съдържанието на мастни киселини на изследваните проби са представени по групи в Таблици 1-4. Получените данни при кефира показват наличието на същите основни наситени, мононенаситени и полиненаситени мастни киселини, като в изходното козе мляко.

Съдържанието на наситените мастни киселини (НМК) без разклонени вериги (Таблица1) – миристинова (C14:0) и палмитинова (C16:0) в кефира се редуцира, съответно с 0,73g/100g мазнина (P<0,001) и 2,39g/100g мазнина (P<0,001), което е предпоставка, за по-добър здравословен ефект на готовия продукт. Нивото на стеариновата киселина (C18:0) в кефира нараства с 0,65g/100g мазнина (P<0,001), спрямо това в козето мляко.

RESULTS AND DISCUSSION

A comparative assessment was made between the received experimental data on the fatty acid composition of kefir and raw material for its production – fresh goat's milk from the Bulgarian White Dairy Breed.

Tables 1-4 show the results of fatty acid content of the test samples in each group. Kefir data show the presence of the same basic saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids as in the starting goat's milk.

Saturated fatty acids (SFA) without branched chains content (Table 1) – myristic (C14:0) and palmitic (C16:0) in kefir is reduced by 0,73g/100g of fat (P<0,001), 2,39g /100g fat (P<0,001), respectively, which is a prerequisite for a better health effect of the final product. Stearic acid (C18:0) level in kefir increases by 0,65g/100g fat (P<0,001) compared to goat's milk.

Таблица 1. Съдържание на наситени мастни киселини в козе мляко и кефир от козе мляко (g/100g мазнина) (n=4)
Table 1. Content of saturated fatty acids in goat's milk and kefir from goat's milk (g/100g of fat) (n=4)

Мастни киселини Fatty acids	Козе мляко Goat milk	Кефир Kefir
C-4:0	1,98±0,007 a***	2,69±0,003
C-6:0	1,88±0,008 a***	2,45±0,009
C-7:0	0,03±0,006 a***	0,04±0,008
C-8:0	2,04±0,007 a***	2,73±0,004
C-9:0	0,06±0,006 a***	0,09±0,049
C-10:0	6,13±0,008 a***	6,85±0,009
C-11:0	0,16±0,071 a***	0,08±0,034
C-12:0	2,45±0,009 a***	2,48±0,004
C-13:0	0,07±0,009 a***	0,10±0,003
C-14:0	6,57±0,001 a***	5,84±0,002
C-15:0	0,69±0,007 a***	0,72±0,004
C-16:0	21,55±0,097 a***	19,70±0,004
C-17:0	0,88±0,075 a***	0,89±0,005
C-18:0	14,76±0,007 a***	15,41±0,005
C-20:0	0,26±0,004 a***	0,20±0,005
C-21:0	0,02±0,008 a*	0,02±0,004
C-22:0	0,05±0,007 a***	0,04±0,002
C-26:0	0,01±0,008	0,01±0,003

P<0,05*; P<0,01; P<0,001*****
a - козе мляко/кефир
a - goat milk/kefir

От групата на мононенаситените мастни киселини (МНМК) (Таблица 2) в изходната суровина и кефира с най-високо количество е олеиновата киселина (C-18:1c9). В козето мляко нейното съдържание е 27,11g/100g мазнина, а в кефира се повишава до 28,63g/100g мазнина (P<0,001). Ваксеновата киселина (C-18:1t11) е с изключително ниско съдържание, както в козето мляко (0,75g/100g мазнина), така и в получения кефир (0,79g/100g мазнина) (P<0,001).

The oleic acid (C-18:1c9) is of the highest amount both in the monounsaturated fatty acid (MUFA) group (Table 2), in the raw material, and kefir. Its content in goat's milk is 27,11g/100g fat, and it increases in kefir to 28,63g/100g fat (P<0,001). Vaccenic acid (C-18:1t11) is of exclusively low amount, both in goat milk (0,75g/100g fat) and in the obtained kefir (0,79g/100g fat) (P<0,001).

Таблица 2. Съдържание на мононенаситени мастни киселини в козе мляко и кефир от козе мляко (g/100g мазнина) (n=4)
Table 2. Content of monounsaturated fatty acids in goat's milk and kefir from goat's milk (g/100g fat) (n=4)

Мастни киселини Fatty acids	Козе мляко Goat milk	Кефир Kefir
C-10:1	0,77±0,034 a***	0,11±0,004
C-12:1n1	0,02±0,003 a***	0,01±0,008
C-14:1n5	0,03±0,009 a***	0,05±0,004
C-16:1n7	0,66±0,004 a***	0,39±0,007
C-17:1n7	0,14±0,002 a***	0,15±0,007
C-18:1t4	0,02±0,003 a***	0,01±0,007
C-18:1t5/6/7	0,17±0,004 a***	0,18±0,007
C-18:1t9	0,21±0,005 a***	0,24±0,005
C-18:1t10	0,23±0,098 a***	0,25±0,007
C-18:1t11	0,75±0,085 a***	0,79±0,007
C-18:1c9	27,11±0,057 a***	28,63±0,009
C-18:1t15	0,80±0,087 a***	0,86±0,007
C-18:1c12	0,20±0,085 a***	0,22±0,009
C-18:1c13	0,02±0,086	0,02±0,008
C-18:1t16	0,02±0,008 a**	0,02±0,009
C-18:1c14	0,24±0,007	0,24±0,006
C-18:1c15	0,06±0,007 a***	0,12±0,008
C-22:1n11	0,01±0,007 a**	0,01±0,008
C-22:1n9	0,01±0,007 a***	0,04±0,008

P<0,05*; P<0,01; P<0,001*****
a - козе мляко/кефир
a - goat milk/kefir

В опитните образци се наблюдава ниско съдържание на полиненаситени мастни киселини (ПНМК) (Таблица 3) с изключение на линоловата и α-линоленовата киселини. Съдържанието на линоловата киселина в кефира се редуцира с 0,39 g/100g мазнина до 2,90g/100g мазнина (P<0,001), а на α-линоленовата нараства незначително с 0,04g/100g мазнина до 0,38g/100g мазнина (P<0,001). В кефира е установено и слабо увеличаване на количествата на гама линоленовата киселина (gC-18:3n6), и арахидоновата киселина (C-20:4n6), съответно с 0,06g/100g мазнина (P<0,001) и 0,13g/100g мазнина (P<0,001). Конюгираните линолови киселини (CLA) са представени само от изомера CLA-c9,t11, който в изходната суровина има стойност от 0,39g/ 100g мазнина, а в получения продукт слабо нараства до 0,45g/100g мазнина (P<0,001).

Polyunsaturated fatty acids (PUFA) in the test samples (Table 3) manifest low content, with the exception of linoleic and α-linolenic acids. The content of linoleic acid in kefir is reduced by 0,39g/100g fat to 2,90g/100g fat (P<0,001), and of α-linolenic acid slightly increases by 0,04g/100g fat to 0,38g/100g fat (P<0,001). Kefir also shows a slight increase in the amounts of gamma linolenic acid (gC-18:3n6) and arachidonic acid (C-20:4n6), by 0,06g/100g fat (P<0,001) and 0,13g/100g fat (P<0,001), respectively. Conjugated linoleic acids (CLAs) have been represented by the CLA-c9,t11 isomer only, which has a value of 0,39g/100g fat in the starting feedstock and it slightly increases to 0,45g/100g fat (P<0,001) in the resulting product.

Таблица 3. Съдържание на полиненаситени мастни киселини в козе мляко и кефир от козе мляко (g/ 100g мазнина) (n=4)
Table 3. Content of polyunsaturated fatty acids in goat's milk and kefir from goat's milk (g /100g fat) (n=4)

Мастни киселини Fatty acids	**Козе мляко Goat milk**	**Кефир Kefir**
C-18:2t9,12	0,29±0,002 a***	0,31±0,004
C-18:2c9,12	3,29±0,003 a***	2,90±0,003
gC-18:3n6	0,06±0,004 a***	0,11±0,040
αC-18:3n3	0,34±0,040 a***	0,38±0,003
CLA-c9,t11	0,39±0,030 a***	0,45±0,003
C-20:2n6	0,05±0,030	0,05±0,003
C-20:3n6	0,01±0,003 a***	0,02±0,003
C-20:4n6	0,39±0,003 a***	0,52±0,004
C-22:5n3	0,10±0,003	0,10±0,003
C-22:6n3	1,11±0,004 a***	0,04±0,006

P<0,05*; P<0,01; P<0,001*****
a - козе мляко/кефир
a - goat milk/kefir

Съдържанието на наситени мастни киселини с разклонена верига (Таблица 4) в двете проби е ниско и варира от 0,02g/100g мазнина до 0,64g/100g мазнина.

The content of saturated branched chain fatty acids (Table 4) in both samples is low and ranges from 0,02g/100g fat to 0,64g/100g fat.

Таблица 4. Съдържание на наситени мастни киселини с разклонена верига в козе мляко и кефир от козе мляко (g/100g мазнина) (n=4)
Table 4. Saturated branched chain fatty acids content in goat's milk and kefir from goat's milk (g/100g fat) (n=4)

Мастни киселини Fatty acids	**Козе мляко Goat milk**	**Кефир Kefir**
C-13aiso	0,11±0,006 a***	0,02±0,008
C-14iso	0,09±0,007 a***	0,10±0,007
C-15iso	0,17±0,006 a***	0,14±0,008
C-15aiso	0,22±0,007 a***	0,24±0,008
C-16iso	0,24±0,007 a*	0,24±0,007
C-17iso	0,60±0,004 a***	0,64±0,007
C-17aiso	0,38±0,006 a**	0,38±0,087
C-18iso	0,40±0,006 a***	0,41±0,078

P<0,05*; P<0,01; P<0,001*****
a - козе мляко/кефир
a - goat milk/kefir

Резултатите за съдържание на основните групи мастни киселини в изследваните образци са представени в Таблица 5. Данните показват, че нивото на НМК и МНМК в кефира не се различава съществено от това в

Table 5 shows the results for the amount of the major fatty acid groups in the test samples. According to the data the level of SFA and MUFA in kefir does not differ significantly from that in the goat's milk. A slight increase in the изходното козе мляко. В получения продукт е установено слабо нарастване на количеството на тези киселини, съответно с 0,71g/100g мазнина за наситените (P<0,001) и с 0,87g/100g мазнина за мононенаситените (P<0,001). Нивото на ПНМК в кефира (4,88g/100g мазнина) намалява с 1,15g/100g мазнина (P<0,001), спрямо съдържанието им в изходната суровина (6,03g/100g мазнина). Количеството на ω-6 и ω-3 мастните киселини в козето мляко е сравнително ниско и намалява незначително в получения кефир.

amount of these acids in the resulting product, by 0,71g/100g fat for saturated (P<0,001) and 0,87g/100g fat for monounsaturated (P<0,001) has been registered.

The PUFA level (4,88g/100g fat) is reduced by 1,15g/100g fat (P<0,001) in the kefir, against the feedstock content (6,03g/100g of fat). The amount of ω-6 and ω-3 fatty acids in goat's milk is comparatively low and decreases slightly in the obtained kefir.

Таблица 5. Мастнокиселинен състав на основни групи мастни киселини в козе мляко и кефир (g/100g мазнина) (n=4)
Table 5. Fatty acid composition of major groups of fatty acids in goat's milk and kefir
(g/100g fat) (n=4)

Групи мастни киселини Groups of fatty acids	Козе мляко Goat milk	Кефир Kefir
НМК/SFA	61,80±0,390 a***	62,51±0,360
МНМК/MUFA	31,47±0,590 a***	32,34±0,130
ПНМК/PUFA	6,03±0,120 a***	4,88±0,070
∑C-18:1Trans-FA	2,2±0,290 a***	2,35±0,049
∑КЛК/∑CLA	0,39±0,030 a***	0,45±0,003
ω-3	1,55±0,047 a***	0,52±0,012
ω-6	4,29±0,130 a***	4,13±0,066
∑MCT(C-10:0 - C-14:0)	15,38±0,098 a***	15,35±0,052
∑SCT(C-4:0 - C-8:0)	5,93±0,028 a***	7,91±0,024
CLA-c9,t11	0,39±0,030 a***	0,45±0,003
ω-6/ω-3	2,76	7,94
∑C-18:1cis-FA	27,63±0,242 a***	29,22±0,040
Атерогенен индекс Atherogenic index	1,34	1,22
Липиден превантивен скор (g/100g продукт) Lipid Preventive Score (g/100g product)	93,16	93,71

P<0,05*; P<0,01; P<0,001*****
a - козе мляко/кефир
a - goat milk/kefir

Нивото на средноверижните наситени мастни киселини (C-10:0 – C-14:0), във ферментиралия продукт и изходната суровина имат почти идентични стойности, съответно 15,38g/100g мазнина и 15,35g/100g мазнина. Съдържанието на

The level of mid-chain saturated fatty acids (C-10:0 – C-14:0) in both the fermented product and the raw material has almost identical values 15,38g/100g fat and 15,35g/100g fat, respectively. The

CLA в изследваното козе мляко е ниско, като в получения продукт слабо се повишава – с 0,06g/100g мазнина (P<0,001). Количеството на cis-изомерите на олеиновата киселина (C-18:1cis-FA) в кефира се увеличава с 1,58g/100g мазнина (P<0,001). Установено е нарастване на съотношението на ω-6/ω-3 в кефира с 5,18 в сравнение с изходното козе мляко, което е резултат от метаболитни промени, настъпили по време на ферментация.

По-ниското съдържание на миристинова и палмитинова киселини, както и по-високото количество на мононенаситени мастни киселини в получения ферментирал продукт води до по-ниска стойност (1,22) на атерогенния индекс на кефира, спрямо АИ на изходната суровина (1,34). Стойностите на ЛПС на изходната суровина и полученият ферментирал продукт са почти идентични, съответно 93,16g/100g продукт и 93,71g/100g продукт, което означава, че са с добре балансиран мастнокиселинен състав.

ИЗВОДИ

Получените експериментални данни за мастнокиселинния профил на изследваните образци доказват, че в получения кефир, съдържанието на наситените и мононенаситени мастни киселини незначително нараства, а това на полиненаситените мастни киселини слабо се редуцира, в сравнение с резултатите, отчетени при изходната суровина. Нивото на есенциалните ω-3 мастни киселини във ферментиралия продукт също се редуцира, въпреки повишаване на количеството на α-линоленовата киселина. Есенциалните ω-6 мастни киселини имат почти идентично съдържание в изследваните проби.

Установени са по-ниски количества на миристиновата и палмитиновата мастни киселини и малко по-високо ниво на CLA в кефира, спрямо данните от козето мляко. Стойността на АИ за кефира е по-ниска от тази на АИ на козето мляко, което показва, че ферментиралия продукт е по-здравословен, по отношение съдържанието на липиди. Стойностите на ЛПС показват добре балансиран мастно-

CLA content of the tested goat's milk is low, it is slightly increased in the resulting product – by 0,06g/100g fat (P<0,001). The amount of cis-isomers of oleic acid (C-18:1cis-FA) in kefir is increased by 1,58/100g fat (P<0,001). An increase of ω-6/ω-3 ratio in kefir has been found to be 5,18, compared to the starting goat's milk, due to metabolic changes occurring during fermentation.

The lower myristic and palmitic acids content as well as the higher amount of monounsaturated fatty acids in the resulting fermented product lead to a lower value (1,22) of kefir atherogenic index, versus the AI of the feedstock (1,34). The LPS values of the raw material and the fermented product obtained, are almost identical, 93,16g/100g product and 93,71g/100g product, respectively, which means they have a well-balanced fatty acid composition.

CONCLUSIONS

The obtained experimental data on the fatty acid profile of the test samples prove, that the amount of both saturated and monounsaturated fatty acids in the kefir slightly increases, and the amount of polyunsaturated fatty acids is slightly reduced, compared to the results recorded for the feedstock. The level of essential ω-3 fatty acids in the fermented product is also reduced, in spite of the increased amount of alpha-linolenic acid. Essential ω-6 fatty acids have almost identical amount in the test samples.

Lower levels of myristyl and palmitate fatty acids and a slightly higher level of CLA in кefir were found, compared to goat milk. The AI value for kefir is lower than that of goat's milk AI, which is to show that the fermented product is healthier in terms of lipid content.

The LPS values show a well-balanced

киселинен състав на козето мляко и получения от него ферментирал продукт, което ги определя като продукти с подчертани здравословни ефекти.

fatty acid composition of goat's milk and fermented product produced from it, which makes them products of marked health effects.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Codex Standard for Fermented Milks - Codex Stan 243-2003.
2. **Dobrev, I., Z. Denkova and I. Murgov**, 2010. Goat yoghurt with probiotic starter. Nutritional Science. *Technology and Technologies, Scientific Works*, LVII (1), 15-18 (Bg).
3. **Metodieva P. and M. Donneva**, 2010. Investigation of the impact of temperature and storage time on basic quality indicators of cows, goats and sheep yoghurt. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 13 (5), 1078-1085.
4. **Oliveira Leite, A., M., M. A. Lemos Miguel, R. S. Peixoto, A. S. Rosado, J. T. Silva and V. M. Flosi Paschoalin**, 2013. Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage, *Braz J Microbiol,* 44 (2), 341-349.
5. **Richard J. and A. Charbonnier**, 1994. Description d'un score lipidique des aliments. *Caliers de nutrition et de dietetique*, 4, 234-240.
6. **Ulbricht T. and D. Charbonnier**, 1991. Coronary heartdisease: seven dietary factors. *Lancet*, 338, 985-992.
7. **Yadav, A., K., Jitendra Singh and Shiv Kumar Yadav**, 2016. Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk: A review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35 (2), 96-102.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (1), 32 - 40 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Полезни транс мастни киселини и качествена оценка на мастната фракция на извара от козе мляко

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

[1]Институт по криобиология и хранителни технологии, 1407 София, България
[2]Институт по планинско животновъдство и земеделие, 5600 Троян, България

Dietary trans fatty acids and quality assessment of fatty acid composition in curd from goat's milk

Silviya Ivanova[1]*, Tsvetelina Dimitrova[2], Svetoslava Stoycheva[2], Penko Zunev[2], Ljubomir Angelov[1]

[1]Institute of Cryobiology and Food Technology, Agricultural Academy, 1407 Sofia, Bulgaria
[2]Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, 5600 Troyan, Bulgaria
**E-mail: sylvia_iv@abv.bg*

Received: 23.04.2018 *Accepted:* 04.05.2018 *Published:* 12.06.2018

РЕЗЮМЕ

Изследването е проведено с извара, произведена от козе мляко от три породни групи – Българска Бяла млечна (ББМ) и кръстоските ú с Англонубийска (АН) и Тогенбургска кози (ТГ) в хода на лактацията, за да се установи съдържанието на полезни (естествени) транс мастни киселини (ТМК) и да се оцени качеството на мастнокиселинния състав на продукта, като здравословен източник при храненето на човека. Изварите получени от млякото на ББМ са с най-високо съдържание на мазнини – 28,91%, докато при кръстоската с ТГ е най-ниско – 24,87%, аналогични са резултатите получени за протеина, пепелното съдържание и сухото вещество. Липидният превантивен скор в изварата от козе мляко варира от 59,40 до 69,46 g/100g продукт. Атерогенният индекс

SUMMARY

The study was conducted with curd produced by goat's milk from three breed groups – Bulgarian White Dairy (BWD) and its crosses with Anglo-Nubian (BWDxAN) and Toggenburg goats (BWDxTG) 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 curd obtained from the BWD's milk have the highest fat content – 28.91%, while its crosses with TG are the lowest – 24.87%, the results obtained for the protein, ash content and total solids are analogous.

The lipid preventive score in curd ranges from 59.40 to 69.46 g/100g of product. The atherogenic index in the studied three при изследваните извари от три породни групи кози варира от 2,13 до 3,78, а тромбогенният индекс запазва тенденцията на изменението при атерогенния индекс и е от 2,91 до 3,71. Най-високи стойности за атерогенния и тромбогенния индекс са установени при ББМ. Изследваните извари от млека от кози се характеризират с нисък холестеролемичен индекс (под 1.0) и варират от 0,28 до 0,70, като най-нисък е при ББМхТГ – 0,39. Изварата от различни породи кози е със съдържание на ТМК от 0,44 до 1,25 g/100 g извара. Съдържанието на наситени мастни киселини в изследваните извари от кози варира през лактацията от 20,10 до 23,79, като най-ниска средна стойност е установена при ББМхТГ – 21,02 g/100 g извара. Това ги определя като извари с високо съ-държание на наситени мастни кисели-ни (над 1,5 g/100 g извара).

Ключови думи: извара от козе мляко, транс мастни киселини, CLA, индекси

goat breeds group ranges from 2.13 to 3.78 and the thrombogenic index keeps the trend of changes in the atherogenic index from 2.91 to 3.71.

The highest values for the atherogenic and thrombogenic index were found in BWD. The analysed curd from goat milk were characterized by a low cholesterolemic index (less than 1,0) and ranged from 0.28 to 0.70, such as the lowest being BWDxTG – 0.9. The curds of different goat breeds group have a TFA content from 0.44 to 1.25 g/100 g curd. The content of saturated fatty acids in the analysed curd from goat's milk during the lactation ranged from 20.10 to 23.79, as the lowest average being found in BWDxTG – 21.02 g/100 g curd. This defines them as curds with a high content of saturated fatty acids (over 1.5 g/100 g curd).

Key words: curd from goat milk, trans fatty acid, CLA, indexes

УВОД

Козето мляко е добър източник на мастни киселини, протеини и минерали. Класифицирано е като функционална храна, поради високата му смилаемост алкалност, буферен капацитет и определени терапевтични свойства в храненето на човека. Козето мляко има технологични предимства пред кравето мляко, като по-малкия размер на мастните глобули, които осигурява по-гладка текстура в производните продукти, по-ниско съдържание на s1-казеин, което води до по-меки продукти, по-висок капацитет за задържане на водата и по-нисък вискозитет. Ароматът и вкусът на козе мляко и млечни продукти е по-силен в сравнение с останалите видове млека и млечни продукти от преживни животни, което би ограничило тяхното потребление (Gamage et.al., 2016). Производството на млечни продукти от козе мляко се смята за добра алтернатива за консуматорите със специални нужди като бебета, възрастни

INTRODUCTION

Goat milk is a good source of fatty acids, proteins and minerals. It is classified as a functional food because of its high digestibility, alkalinity, buffer capacity and certain therapeutic properties in human nutrition. Goat milk has technological advantages over cow's milk, such as the smaller size of fat globules, which provides a smoother texture in derived products, lower s1-casein content, which results in smoother products, higher capacity for water retention and lower viscosity.

The flavour and taste of goat milk and dairy products is stronger than other types of dairy and dairy products, which would limit their consumption (Gamage et al., 2016).

The production of dairy products is considered a good alternative for consumers with special needs such as babies, adults and people recovering from и възстановяващи се от различни заболявания хора.

Производството на извара от козе мляко е свързано с образуването на по-мек и рехав коагулум, тъй като съдържа по-ниски нива на алфа-S1 казеин и се усвоява по-лесно в сравнение с изварата, получена от краве мляко.

Volkmann et al. (2014), изследват влиянието на храненето на млечни кози върху производството на качествено мляко и доказват, че влагането на подходящо количество концентриран фураж в дажбите води до подобряване на качеството на полученото мляко и постигане на добро съотношение на омега-6 и омега-3 мастните киселини (n6/n3). Cossignani et al. (2014), установяват съдържание на наситени мастни киселини 71,2 g/100 g мазнина, мононенаситени мастни киселини 23,4 g/100 g мазнина, полиненаситени мастни киселини 3,8 g/100 g мазнина, спрегната линолова киселина 11,5 mg/100 g мляко и широк диапазон на вариране на съотношението на n6/n3 от 2,7 до 10,6 в козе мляко, докато в 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.

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 случайте, когато съдържанието на НМК и ТМК не

various diseases.

The production of goat's curd is associated with the formation of a soft and loose coagulum, as it contains lower levels of alpha-S1 casein and is easier to digest than the curds obtained from cow's milk.

Volkmann et al. (2014) investigated the impact of feed on dairy goats in the production of quality milk, and demonstrate that the incorporation of a suitable amount of concentrated feed in the diet leads to improving the quality of the milk obtained and achieving a good ratio of omega-6 and omega-3 fatty acids (n6/n3). Cossignani et al. (2014), established content of saturated fatty acid 71.2 g/100 g fat, monounsaturated fatty acids 23.4 g/100 g fat, polyunsaturated fatty acids 3.8 g/100 g fat, conjugated linoleic acid 11.5 mg/100 g milk and wide variation range of the n6/n3 ratio from 2.7 to 10.6 in goat's milk, whereas in Umbria's commercial goat cheese fat content, the content of saturated fatty acids in cheese was 70.1% in the semi-hard cheese – 67.7%, monounsaturated fatty acids in both types of cheese respectively 25.2 and 26.1%, polyunsaturated fatty acids 3.7 and 4.7%, CLA – 0.6 and 0.8%, vaccinic acid 1,8 and 2.5%, omega-6 – 2.8 and 3.0%, omega-3 – 0.4 and 0.9% and their ratio n-6/n-3 – 7.0 and 3.3 and atherogenic index – 2.7 and 2.4.

According to EU Regulation No 1924/2006 of the EP and the Council on December 20, 2006, the content of saturated fatty acids and trans fatty acids in solid products does not exceed 1.5 g/100 g or 0.75 g/100 ml liquid , and in both cases the content of saturated fatty acids and trans fatty acids does not exceed 10% of the daily energy intake and these foods are referred to as low content of saturated fatty acids. The claim that a food does not contain SFA may only be indicated if the SFA and TFA content does not exceed 0.1 g/100 g of надвишава 0,1 g/100 g продукт или 0,1 g/100 ml течност (Regulation (EC) No 1924/2006).

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

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследвана е извара, произведена от млякото на три породни групи – Българска Бяла млечна (ББМ) и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) кози 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. Млякото е взето през месец април, юли и септември и подложено на технологична обработка за производство на извара (Фигура 1).

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

product or 0.1 g/100 ml of liquid (Regulation (EC) No 1924 2006).

The study was conducted with curd produced by goat's milk from three breed groups – Bulgarian White Dairy (BWD) and its crosses with Anglo-Nubian (BWDxAN) and Toggenburg goats (BWDxTG) 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.

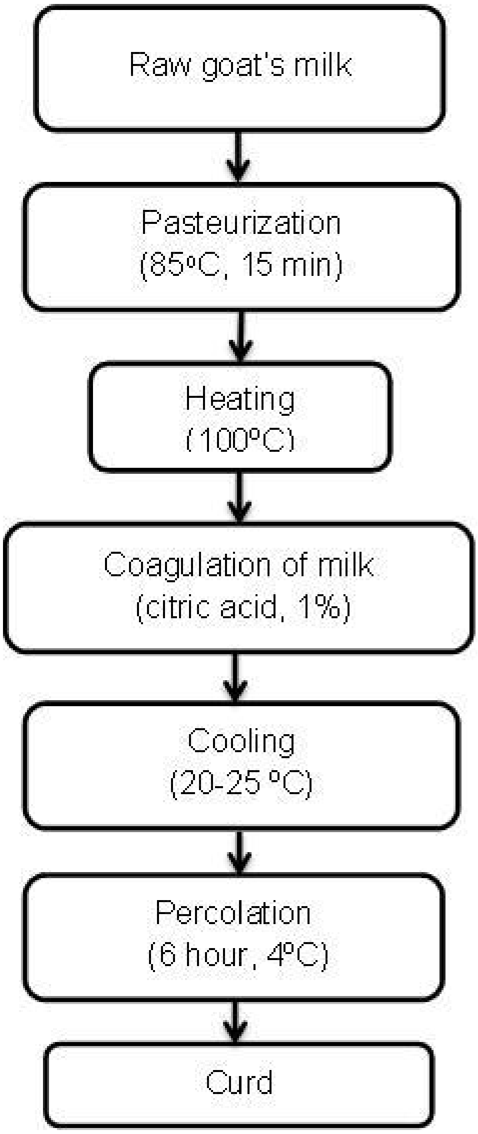
MATERIAL AND METHODS

It was studied the curd produced by the milk of three native groups – Bulgarian White Dairy (BWD) and its crosses with Anglo-Nubian (BWDxAN) and Toggenburg goats (BWDxTG) during the lactation (3 x 4) for fatty acid composition and establishment of trans fatty acids, biologically active and anticancerogenic substances in the fat fraction. The milk was taken in April, July and September and subjected to a processing technique for the production of curd (Figure 1).

The extraction of total lipids was carried out by the Roese-Gottlieb method, using diethyl ether and petroleum ether and subsequent methylation with sodium methylate (CH3ONa, Merck, Darmstadt) and drying with $NaHSO_4.H_2O$. Fatty acid methyl esters (FAME) were analyzed using a Shimadzu-2010 gas chromatograph (Kioto, Japan) equipped with a flame ionization detector and an automatic injection system (AOC-2010i).

The analysis was performed on a CP 7420 capillary column (100m x 0.25mm i.d., 0.2μm film, Varian Inc., Palo Alto, CA). Hydrogen is used as the carrier gas, and as a make-up gas – nitrogen. Four-step furnace mode is programmed – the column's initial temperature is 80°C/min, maintained for 15 minutes, then increased by 12ºC/min to 170ºC and maintained for 20 minutes, followed by a further increase 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.

of 4ºC/min 186ºC for 19 minutes and up to 220ºC with 4ºC/min until the process is complete.



Фиг. 1. Технологична схема за получаване на извара
Fig. 1. Process scheme of curd production

Качествената оценка на мастната фракция на получените извари, включва следните показатели: липиден превантивен скор, атерогенен и тромбогенен индекс (Ulbricht and

The qualitative assessment of the fat fraction of the resulting samples includes the following: lipid preventive score, atherogenic and thrombogenic index (Ulbricht and Southgate, 1991), the

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.

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 were processed using the variation statistics methods using the statistical package of the EXCEL 2013 computer program.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Физикохимичният състав на изварите, получени от козе мляко на ББМ и кръстоските ú с АН и ТГ са представени на Таблица 1. Изварите получени от млякото на ББМ са с най-високо съдържание на мазнини и варира от 27,01 до 30,20%, докато при кръстоската на ББМ с ТГ е най-ниско – и варира от 22,70 до 26,83% в хода на лактацията. Аналогични са резултатите получени за протеина, пепелното съдържание и сухото вещество. Не са установени статистически достоверни изменения във физикохимичния състав на изварата при ББМ и кръстоските ú, както и в хода на лактацията (Таблица 1).

RESULTS AND DISCUSSION

The physicochemical composition of the curds obtained from BWD goat's milk and its crosses with Anglo-Nubian (BWDxAN) and Toggenburg goats (BWDxTG) are presented in Table 1. Curds obtained from BWD's milk have the highest fat content and range from 27.01 to 30.20% while at the crossing of BWDxTG is the lowest – and ranges from 22.70 to 26.83% during the lactation. Similar are the results obtained for the protein, ash and total solids content. No statistically meaningful changes in the physicochemical composition of curds in the BWD and its crosses as well as during the lactation were found (Table 1).

Таблица 1. Физикохимичен състав на извара от козе мляко от ББМ и кръстоските ú ББМxАН и ББМxТГ

Table 1. Physicochemical composition of curd, produced by goat's milk from BWD, BWDxAN and BWDxTG

Показатели / Parameters	ББМ / BWD		ББМxАН / BWDxAN		ББМxТГ / BWDxTG	
	X	SD	X	SD	X	SD
СВ / DM, %	50.25	0.57	47.68	2.99	46.04	1.45
Мазнина / Fat, %	28.91	1.68	27.67	1.55	24.87	2.07
Протеин / Protein, %	19.18	0.68	17.24	3.73	15.91	2.72
Пепелно съдържание / Ash, %	0.88	0.12	0.82	0.20	0.74	0.28

Мастнокиселинният състав на млечната мазнина на произведените извари средно за периода е представен

The fatty acid composition of the milk fat in produced curd average over the period is shown in Table 2. Saturated на Таблица 2. Наситените мастни киселини намаляват от 82,98 до 72,15 g/100g мазнина. Мононенаситените и полиненаситените мастни киселини нарастват, съответно от 17,33 до 25,32 и от 1,51 до 4,14 g/100g мазнина. Транс мазнините намаляват от 4,90 до 1,50 g/100g мазнина, докато количеството на цис изомерите нараства от 11,15 до 21,77 g/100g мазнина. Съдържанието на CLA в изследваните извари нараства от 0,23 до 0,84 g/100g мазнина (около 2 пъти). Омега-3 мастните киселини варират от 0,26 до 1,12 g/100g мазнина през разглеждания период. Аналогични са резултатите и за омега-6 мастните киселини – 1,36 до 2,40 g/100g мазнина.

fatty acids decrease from 82.98 to 72.15 g/100g of fat. Monounsaturated and polyunsaturated fatty acids increase, respectively from 17.33 to 25.32 and from 1.51 to 4.14 g/100g of fat. Trans fatty acids decrease from 4.90 to 1.50 g/100g fat, while the amount of cis isomers increases from 11.15 to 21.77 g/100g fat. The CLA content of the analysed samples increases from 0.23 to 0.84 g/100g fat (about 2 times). Omega-3 fatty acids range from 0.26 to 1.12 g/100g fat during the period under review. The results are similar for omega-6 fatty acids are 1.36 to 2.40 g/100g fat.

Таблица 2. Мастно киселинен състав на извара, получена от козе мляко от породата ББМ и кръстоските ú с АН и ТГ (g/100g мазнина)
Table 2. Fatty acids composition of curd, produced by goat's milk from BWD and its crosses with AN and TG (g/100g fat)

МК профил FA profile	ББМ BWD		ББМxАН BWDxAN		ББМxТГ BWDxTG	
	X	SD	X	SD	X	SD
∑ CLA	0.44	0.17	0.40	0.07	0.41	0.40
∑ C-18:1Trans-FA	3.04	1.56	2.23	0.54	3.08	1.59
∑ C-18:1Cis-FA	19.70	1.86	19.61	2.01	14.64	4.01
SFA	76.36	2.67	76.43	3.75	81.64	2.92
MUFA	24.12	2.55	23.09	2.19	19.12	2.85
PUFA	3.11	0.72	3.25	0.57	2.90	1.32
∑n-3	0.81	0.31	0.96	0.20	0.73	0.41
∑n-6	1.96	0.23	1.99	0.34	1.88	0.52
∑n-6 ∑n-3	2.61	0.82	2.08	0.13	3.21	1.73
Branched FA	1.22	0.11	1.17	0.11	1.29	0.19
CLA	0.42	0.19	0.37	0.07	0.39	0.41

Липидният превантивен скор в изварата от козе мляко варира от 59,40 до 69,46 g/100g продукт. Той е най-нисък при изварата от млякото на кози от ББМх ТГ. Атерогенният индекс при изследваните извари от три породи кози е в диапазона от 2,13 до 3,78, а тромбогенният индекс запазва тенденцията на изменениятa при атерогенния индекс и е от 2,91 до 3,71. Най-високи стойности за атерогенния и тромбогенния индекс са установени при ББМ (Таблица 3).

The lipid preventive score in curd's from goat milk ranges from 59.40 to 69.46 g/100g product. It is lowest in curd from BWDxTG goat's milk. The atherogenic index in the analyzed curds from three goat breeds ranges from 2.13 to 3.78 and the thrombogenic index maintains the trend of changes in the atherogenic index and is from 2.91 to 3.71. The highest values for atherogenic and thrombogenic index were found in BWD (Table 3).

Таблица 3. Качествени показатели на мастната фракция при извара, получена от козе мляко от породата ББМ и кръстоските ú с АН и ТГ, (g/100g продукт)
Table 3. Quality parameters of fat fraction in curd, produced by goat's milk from BWD and its crosses with AN and TG (g/100g product)

Показатели / Parameters	ББМ / BWD		ББМхАН / BWDxAN		ББМхТГ / BWDxTG	
	X	SD	X	SD	X	SD
LPS	65.63	4.22	63.13	4.42	60.27	3.28
AI	2.63	0.63	2.70c*	0.30	3.51	0.39
TI	2.87b*	0.23	3.01	0.22	3.48	0.29
h/H	0.57	0.12	0.58	0.06	0.39	0.10
PI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TFA (g/100g product)	0.87	0.40	0.61	0.13	0.74	0.32
SFA+TFA (g/100g product)	22.94	1.01	21.76	1.48	21.02	0.80

Тромбогенният и атерогенният индекс, като показатели не трябва да надвишават 1,00, докато холестеролемичният индекс да е над 1,00 (Ivanova and Hadzhinikolova, 2015). Изследваните извари от млека от кози се характеризират с нисък холестеролемичен индекс (под 1.0) и варират от 0,28 до 0,70, като най-нисък е при ББМхТГ – 0,39. Изварата от различни породи кози е със съдържание на ТМК от 0,44 до 1,25 g/100 g извара. Получените резултати за изследваните образци ни дават основание да ги отнесем към продукти с ниско съдържание на ТМК, съгласно Регламент (ЕО) № 1924/2006. Съдържанието на наситени мастни киселини в изследваните извари от кози варира през лактацията от 20,10 до 23,79, като най-ниска средна стойност е установена при ББМхТГ – 21,02 g/100 g извара. Това ги определя като извари с високо съдържание на наситени мастни киселини (над 1,5 g/100 g извара).

The thrombogenic and atherogenic index, as indicators, should not exceed 1.00 while the cholesterolemic index to be over 1.00 (Ivanova and Hadzhinikolova, 2015). The analysed curds form goat's milk were characterized by a low cholesterolemic index (less than 1.0) and ranged from 0.28 to 0.70, the lowest being BWDxTG-0.39. The curds of different goat breeds have TFA content from 0.44 to 1.25 g/100 g curd. The results obtained for the samples that have been collected give us reason to refer them to products with a low content of TFA under Regulation (EC) No 1924/2006. The content of saturated fatty acids in the curd from goat milk ranged from 20.10 to 23.79, with the lowest average being found at BWDxTG – 21.02 g/100 g curds. This defines them as curds with a high content of saturated fatty acids (over 1.5 g/100 g curd).

ИЗВОДИ

Изварите, произведени от млякото на кози от порода ББМ се характеризират с по-високи стойности на физикохимичните показатели в сравнение с изварите, произведени от млякото на кръстоските ú с АН и ТГ.

Мастнокиселинният състав на изварата е с високо съдържание на биологично активни компоненти в края на разглеждания период – двукратно по-

CONCLUSIONS

The curds produced from the goat milk of the BWD goat are characterized by higher values of the physicochemical parameters compared to the curd made from the milk of its crosses with Anglo-Nubian (BWDxAN) and Toggenburg goats (BWDxTG).

The fatty acid composition of curd has a high content of biologically active components at the end of the period високо съдържание на цис изомерите на линоловата киселина, CLA и n-3.

Изварата, получена от козе мляко от три породни групи се класифицира като хранителен продукт с ниско съдържание на транс мастни киселини (0,44 до 1,25 g/100 g извара) и високо съдържание на наситени мастни киселини (20,10 до 23,79 g/100 g извара).

considered – twice as high as the cis-isomers of linoleic acid, CLA and n-3.

The curds obtained from goat's milk of three breeds are classified as a product with low content of trans fatty acids (0.44 to 1.25 g/100 g curd) and a high content of saturated fatty acids (20.10 to 23.79 g/100 g curd).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Cossignani, L., L. Giua, E. Urbani, M. S. Simonetti and F. Blasi**, 2014. Fatty acid composition and CLA content in goat milk and cheese samples from Umbrian market. *European Food Research and Technology*, 239(6), 905-911.

2. **Gamage, G., A. Adikari, W. Nayananjalie, P. Prasanna, N. Jayawardena and RHGR Wathsala**, 2016. Physicochemical, microbiological and sensory properties of probiotic drinking yoghurt developed with goat milk. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(6), 203-208.

3. **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.

4. 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.

5. **Ulbricht, T.L, and D.A. Southgate**, 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet,* 338(8773), 985-992.

6. **Volkmann, A., G. Rahmann and W. Knaus**, 2014. Fatty acid composition of goat milk produced under different feeding regimens and the impact on Goat Cheese. 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.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (1), 41-48 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Полезни транс мастни киселини и качествена оценка на мастната фракция на козе кисело мляко от различни породи

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

[1]*Институт по Криобиология и хранителни технологии, 1407 София, България*
[2]*Институт по планинско животновъдство и земеделие, 5600 Троян, България*

Dietary trans fatty acids and quality assessment of fatty acid composition in yoghurt from goat's milk from different breeds

Tsvetelina Dimitrova[2], Silviya Ivanova[1]*, Svetoslava Stoycheva[2], Ljubomir Angelov[1], Penko Zunev[2]

[1]*Institute of Cryobiology and Food Technology, Agricultural Academy, 1407 Sofia, Bulgaria*
[2]*Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, 5600 Troyan, Bulgaria*
**E-mail: sylvia_iv@abv.bg*

Received: 23.04.2018 *Accepted:* 30.04.2018 *Published:* 12.06.2018

РЕЗЮМЕ

Изследването е проведено с кисело мляко, произведено от козе мляко на три породни групи – Българска Бяла млечна (ББМ) и кръстоските ú с Англонубийска (АН) и Тогенбургска кози (ТГ) в хода на лактацията, за да се установи съдържанието на полезни (естествени) транс мастни киселини (ТМК) и да се оцени качеството на мастнокиселинния състав на продукта, като здравословен източник при храненето на човека. Общите мазнини в изследваните кисели млека от кози от порода ББМ и кръстоските ú средно за периода са 4,60% за ББМ, 5,05% при ББМхАН и 5,11% при ББМхТГ. Количеството на протеинът е най-нисък при ББМ – 3,11% и сравнително еднакъв при ББМхАН – 3,37% и ББМхТГ- 3,34%. Аналогични са резултатите и за сухото вещество. Липидният превантивен скор в козето кисело мляко варира от 9,11 до

SUMMARY

The study was conducted with yoghurt produced by goat's milk from three breed groups – Bulgarian White Dairy (BWD) and its crosses with Anglo-Nubian (BWDxAN) and Toggenburg goats (BWDxTG) 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 fat in the analysed yoghurt from BWD goat breed and its crosses its average for the period are 4,60% for BWD, 5,05% for BWDxAN and 5,11% for BWDxTG.

The protein content is the lowest in BWD – 3.11% and relatively uniform at BWDxAN – 3.37% and BWDxTG – 3,.34%. The results are similar for total solids. The lipid preventive score in goat yoghurt varies

13,17 g/100g продукт. Атерогенният индекс при изследваните кисели млека от трите породни групи кози варира от 2,25 до 3,77, а тромбогенният индекс запазва тенденцията на измененията при атерогенния индекс и е от 2,74 до 3,78. Киселото мляко от различни породни групи кози е със съдържание на ТМК от 0,07 до 0,16 g/100 g кисело мляко и е продукт с ниско съдържание на ТМК. Съдържанието на наситени мастни киселини в изследваните кисели млека от кози варира през лактацията от 3,17 до 4,50, като най-ниска средна стойност е установена при ББМ 3,58 g/100 g кисело мляко и се определят като кисели млека с високо съдържание на наситени мастни киселини (над 1,5 g/100 g кисело мляко).

Ключови думи: извара от козе мляко, транс мастни киселини, CLA, индекси

from 9.11 to 13.17 g/100g of product. The atherogenic index in the analyses yoghurt from the three goat groups ranges from 2.25 to 3.77 and the thrombogenic index keeps the trend of atherogenic index and is from 2.74 to 3.78. Yoghurt from different goat groups has a content of TFA from 0.07 to 0.16 g/100 g yoghurt and is a low TFA product.

The content of saturated fatty acids in the analysed goat's yoghurt ranges from 3.17 to 4.50, such as the lowest average value being found in BWD 3.58 g/100 g yoghurt and defined as yoghurt with high saturated fatty acid content (over 1.5 g/100 g yoghurt).

Key words: curd from goat milk, trans fatty acid, CLA, indexes

УВОД

Производството на млечнокисели продукти от краве, овче и козе мляко е характерно за страните от Близкия Изток и Средиземноморския басейн. Те допълват храненето на човека, като осигуряват важни хранителни вещества за растежа и развитието и допринасят за добрия здравословен статус. Производството на кисело мляко от козе мляко или смес от краве и козе мляко е породено от алергични реакции, предизвикани от биволско, овче и краве мляко. Мазнините в млякото са една от основните и най-важни съставки за технологичната обработка и хранителната стойност на млякото. Kompan and Komprej (2012), установяват че съдържанието на мазнини в млякото от кози е високо след раждането и намалява в хода на латацията, породено от два феномена – ефект на разреждането, породен от увеличеване на обема на млякото до настъпване на пика на лактацията и намаляване на мобилизацията на мазнини, поради понижаване на количеството на плазмени неестерифицирани мастни киселини, по специално на C18:0 и C18:1 за синтезата в млечната жлеза. Serhan et al. (2016) при производството на концентрирано кисело мляко от

INTRODUCTION

The production of lactic acid products from cow, sheep and goat's milk is typical of the Middle East and the Mediterranean basin. They complement human nutrition by providing essential nutrients for growth and development and contributing to good health status. The production of yoghurt from goat's milk or a mixture of cow's and goat's milk is caused by allergic reactions caused by buffalo, sheep and cow's milk.

The fats in milk are one of the main and most important ingredients for the technological processing and nutritional value of milk. Kompan and Komprej (2012), establish that the fat content of goat's milk is high after birth and decreases during the lactation be caused by two phenomena – a dilution effect resulting from an increase in milk volume until the peak of lactation and a decrease in fat mobilization due to decreasing the amount of plasma non-esterified fatty acids, particularly C18:0 and C18:1 for breast milk synthesis. Serhan et al. (2016) in the production of concentrated yoghurt from goats, has a fat content of 9.25%, кози, получава съдържание на мазнини 9,25%, протеин 9,12%, пелено съдържание 1,16%, наситени мастни киселини 69,1 g/100 g мазнина, полиненаситени 27,2 g/100g мазнина и мононенаситени мастни киселини 3,4 g/100 g мазнина и атерогенен индекс 2,84. Serafeimidou et al. (2012), при изследване на козе кисело мляко с различен географски произход, установява че съдържанието на CLA е от 0,433 до 0,976 g /100 g мазнина, както и че нискомасленото мляко е с по-ниско съдържание на спрегната линолова киселина спрямо пълномасленото, аналогично по-високо съдържание на CLA при киселите млека произведени от млякото на животни отглеждани в планинските райони спрямо равнинните.

Изследвано е кисело мляко, произведено от козе мляко на три породни групи – Българска Бяла млечна (ББМ) и кръстоските ú с Англонубийска (АН) и Тогенбургска кози (ТГ) в хода на лактацията, за да се установи съдържанието на полезни (естествени) транс мастни киселини (ТМК) и да се оцени качеството на мастнокиселинния състав на продукта, като здравословен източник при храненето на човека.

protein 9.12%, ash 1.16%, saturated fatty acids 69.1 g/100 g fat, polyunsaturated 27.2 g/100g fat and monounsaturated fatty acids 3.4 g/100 g fat and atherogenic index 2,84. Serafeimidou et al. (2012), at research on goat yoghurt of different geographical origin, found that the CLA content was from 0.433 to 0.976 g/100 g fat and that low-fat yoghurt had a lower content of conjugated linoleic acid than the whole fat yoghurt , similarly higher CLA content the sour milk produced from the yoghurt of animals reared in the mountainous areas compared to the lowlands.

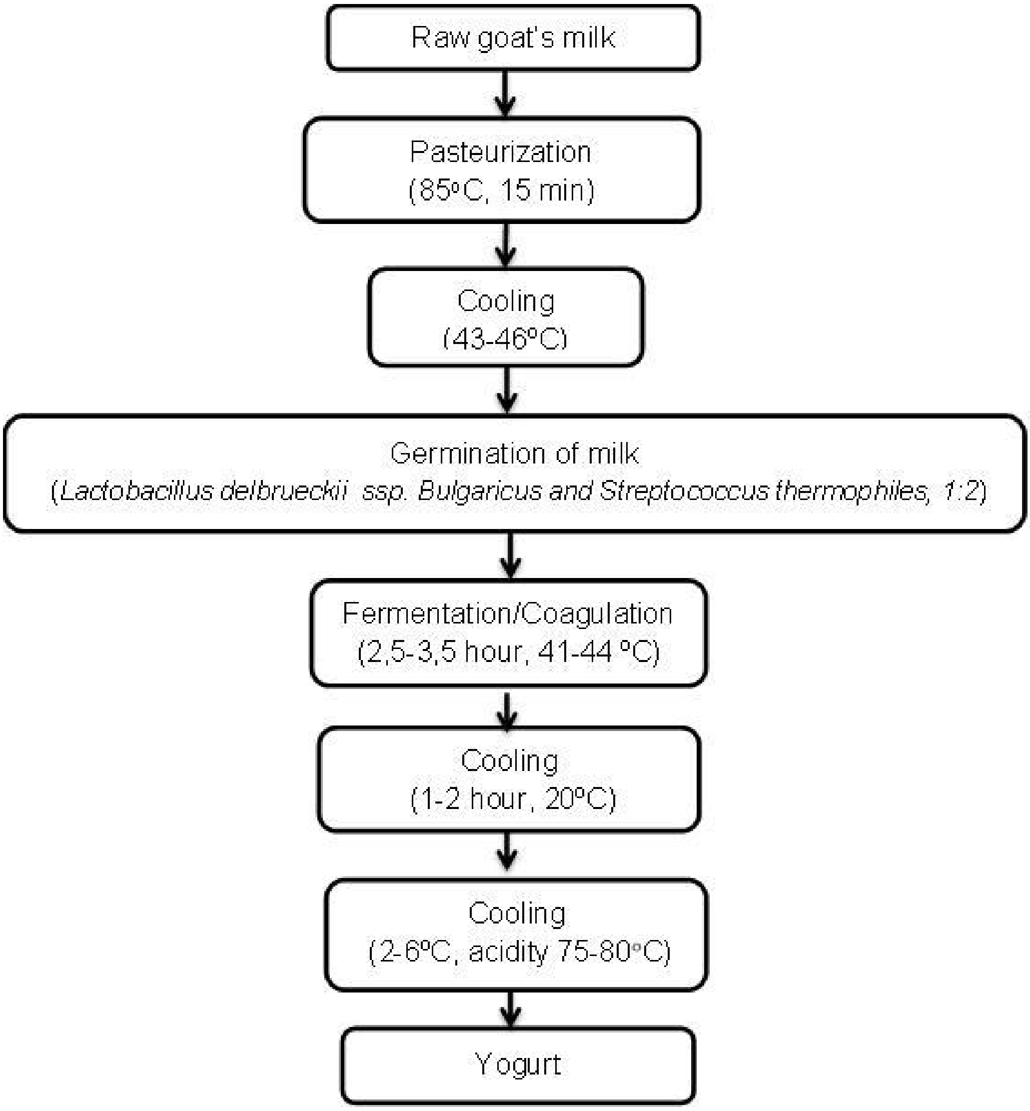
The study was conducted with yoghurt produced by goat's milk from three breed groups – Bulgarian White Dairy (BWD) and its crosses with Anglo-Nubian (BWDxAN) and Toggenburg goats (BWDxTG) during the lactation to establish the content of natural trans fatty acids (TFA) and to assess the quality of the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

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследвани са пълномаслени кисели млека, произведени от млякото на три породни групи – Българска Бяла млечна (ББМ) и кръстоските ú с Англонубийска (ББМхАН) и Тогенбургска (ББМхТГ) кози 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. Млякото е взето през месец април, юли и септември и подложено на технологична обработка за производство на кисело мляко (Фигура 1).

MATERIAL AND METHODS

They are being studied whole fat yoghurt produced from the milk of three breed groups – Bulgarian White Dairy (BWD) and its crosses with Anglo-Nubian (BWDxAN) and Toggenburg goats (BWDxTG) during the lactation (3 x 4) for fatty acid composition and determination of the content of trans fatty acids, biologically active and anticancerogenic substances in fat fraction. The milk was taken in April, July and September, and was subjected to a yoghurt processing technology (Figure 1).



Фиг. 1. Технологична схема за получаване на кисело мляко
Fig. 1. Process scheme of yoghurt production

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 инжекцион-

The extraction of total lipids was carried out by the Roese-Gottlieb method, using diethyl ether and petroleum ether and subsequent methylation with sodium methylate (CH3ONa, Merck, Darmstadt) and drying with $NaHSO_4.H_2O$. Fatty acid methyl esters (FAME) were analyzed using a Shimadzu-2010 gas chromatograph (Kioto, Japan) equipped with a flame ionization detector and an automatic injection system (AOC-2010i). The analysis на 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 на получените кисели млека, включва следните показатели: липиден превантивен скор, атерогенен и тромбогенен индекс (Ulbricht and Southgate, 1991), съотношението между хипер- и хипохолестеролемични мастни киселини (Ivanova and Hadzhinikolova, 2015), 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.

was performed on a CP 7420 capillary column (100m x 0.25mm i.d., 0.2μm film, Varian Inc., Palo Alto, CA). Hydrogen is used as the carrier gas, and as a make-up gas – nitrogen. Four-step furnace mode is programmed – the column's initial temperature is 80°C/min, maintained for 15 minutes, then increased by 12ºC/min to 170ºC and maintained for 20 minutes, followed by a further increase of 4ºC/min 186ºC for 19 minutes and up to 220ºC with 4ºC/min until the process is complete.

The qualitative evaluation of the fat fraction of the yoghurts obtained includes the following indicators: lipid preventive score, atherogenic and thrombogenic index (Ulbricht and Southgate, 1991), the ratio of hyper- and hypocholesterolemic fatty acids (Ivanova and Hadzhinikolova, 2015), 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 were processed using the variation statistics methods using the statistical package of the EXCEL 2013 computer program.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Общите мазнини в изследваните кисели млека от кози от порода ББМ и кръстоските ú средно за периода са 4,60% за ББМ, 5,05% при ББМxАН и 5,11% при ББМxТГ. Количеството на протеинът е най-нисък при ББМ – 3,11 и сравнително еднакъв при ББМxАН – 3,37 и ББМxТГ – 3,34%. Аналогични са резултатите и за сухото вещество. Не са установени статистически достоверни изменения във физикохимичния състав на киселото мляко при ББМ и кръстоските ú, както и в хода на лактацията (Таблица 1).

RESULTS AND DISCUSSION

The fat in the analyzed yoghurt from the milk from Bulgarian White Dairy breed and its crosses its average for the periods are 4.60% for BWD, 5.05% for BWDxAN and 5.11% for BWDxTG. The amount of protein is the lowest at BWD – 3.11 and comparatively uniform in BWDxAN – 3.37 and BWDxTG – 3.34%. The results are similar for total solids. No statistically significant changes in the physicochemical composition of yoghurt from BWD and its crosses as well as during the lactation have been identified (Table 1).

Таблица 1. Физикохимичен състав на козе кисело мляко от ББМ и кръстоските ú ББМхАН и ББМхТГ през лактационния период
Table 1. Physicochemical composition of yoghurt by goat's milk from BWD, BWDxAN and BWDxTG during the lactation

Показатели / Parameters	ББМ / BWD		ББМхАН / BWDxAN		ББМхТГ / BWDxTG	
	X	SD	X	SD	X	SD
СВ / DM, %	12,78	0,60	13,52	0,87	13,74	0,76
Мазнина / Fat, %	4,60	0,41	5,05	0,68	5,11	0,53
Протеин / Protein, %	3,11	0,14	3,37	0,34	3,34	0,17

Мастнокиселинният състав на козе кисело мляко е представен на Таблица 2. Наситените мастни киселини намаляват от 80,28 до 73,57 g/100g мазнина. Мононенаситените и полиненаситените мастни киселини нарастват, съответно от 19,65 до 25,25 и от 3,14 до 3,55 g/100g мазнина. Транс мазнините нарастват от 1,40 до 3,15 g/100g мазнина, аналогични са и резултатите получени за цис изомерите от 14,33 до 21,33 g/100g мазнина. Съдържанието на CLA в изследваните кисели млека нараства от 0,24 до 0,52 g/100g мазнина (около 2 пъти). Омега-3 мастните киселини варират от 0,81 до 1,01 g/100g мазнина през разглеждания период. Аналогични са резултатите и за омега-6 мастните киселини – 1,92 до 2,27 g/100g мазнина. Установените статистически достоверни изменения в мастнокиселинния състав на киселото мляко от трите групи кози е представен на Таблица 3.

The fatty acid composition of goat yoghurt is presented in Table 2. Saturated fatty acids are decreased from 80.28 to 73.57 g/100g fat. Monounsaturated and polyunsaturated fatty acids are increase from 19.65 to 25.25 and from 3.14 to 3.55 g/100g fat respectively. Trans fatty acids increase from 1.40 to 3.15 g/100 g fat, and the results obtained for cis- isomers are similar from 14.33 to 21.33 g/100 g fat. The CLA content of the analyses yoghurt increased from 0.24 to 0.52 g/100g fat (about 2 times). Omega-3 fatty acids range from 0.81 to 1.01 g/100g fat during the period under review. The results for omega-6 fatty acids are similar – 1.92 to 2.27 g/100g fat. The statistically significant changes in the fatty acid composition of the yoghurt from the three breed groups of goats are presented in Table 3.

Таблица 2. Мастно киселинен състав на козе кисело мляко, получено от породата ББМ и кръстоските ú с АН и ТГ (g/100g мазнина)
Table 2. Fatty acids composition of yoghurt, produced by goat's milk from BWD and its crosses with AN and TG (g/100g fat)

МК профил FA profile	ББМ / BWD		ББМхАН / BWDxAN		ББМхТГ / BWDxTG	
	X	SD	X	SD	X	SD
∑ CLA	0,50	0,05	0,40	0,05	0,32	0,06
∑ C-18:1Trans-FA	2,51	0,89	2,12	0,63	2,32	0,79
∑ C-18:1Cis-FA	20,46	1,23	19,46	2,30	16,46	2,91
SFA	75,32	2,06	77,44	2,47	80,56	2,82
MUFA	24,37	1,99	22,89	1,91	19,93	2,48
PUFA	3,55	0,06	3,25	0,10	3,30	0,03
∑n-3	0,93	0,09	0,93	0,04	0,86	0,05
∑n-6	2,20	0,07	2,02	0,09	2,22	0,07
∑n-6 ∑n-3	2,38	0,30	2,18	0,11	2,60	0,16
Branched FA	1,22	0,08	1,23	0,09	1,19	0,08
CLA	0,47	0,05	0,37	0,04	0,30	0,06

Таблица 3. Статистически анализ на мастно киселинен състав на козе кисело мляко, получено от породата ББМ и кръстоските ú с АН и ТГ (g/100g мазнина)
Table 3. Statistical analysis of fatty acid composition of yoghurt, produced by goat's milk from BWD and its crosses with AN and TG (g/100g fat)

МК профил / FA profile	BWD / BWDxAN	BWD / BWDxTG	BWDxAN / BWDxTG
C-9:0			*
C-26:0			*
C-17:1n7		*	
CLA9c,11t	*	*	
∑ CLA		*	
SFA		*	
PUFA	*	**	
∑n-6/Σn-3			*
CLA	*	*	

Липидният превантивен скор в козето кисело мляко варира от 9,11 до 13,17 g/100g продукт. Той е най-нисък при киселото млякото от кози порода ББМ. Атерогенният индекс при изследваните кисели млека от три породи кози варира от 2,25 до 3,77, а тромбогенният индекс запазва тенденцията на измененията при атерогенния индекс и е от 2,74 до 3,78. Най-високи стойности за атерогенния и тромбогенния индекс са установени при ББМxТГ (Таблица 4).

The lipid preventive score in goat yoghurt varies from 9.11 to 13.17 g/100g of product. It is lowest in goat yoghurt from BWD breed. The atherogenic index in the analyses yoghurt from the three goat groups ranges from 2.25 to 3.77 and the thrombogenic index keeps the trend of atherogenic index and is from 2.74 to 3.78. Highest values for the atherogenic and thrombogenic index were found in BWDxTG (Table 4).

Таблица 4. Качествени показатели на мастната фракция при кисело мляко, получено от породата ББМ и кръстоските ú с АН и ТГ, (g/100g продукт)
Table 4. Quality parameters of fat fraction in yoghurt, produced by goat's milk from BWD and its crosses with AN and TG (g/100g product)

Показатели / Parameters	ББМ / BWD		ББМxАН / BWDxAN		ББМxТГ / BWDxTG	
	X	SD	X	SD	X	SD
LPS	10,33	1,18	11,62	1,34	12,22	0,84
AI	2,56	0,58	2,69	0,23	3,35	0,37
TI	2,84	0,19	3,02	0,19	3,45	0,33
h/H	0,59	0,10	0,57*	0,05	0,43	0,06
TFA (g/100g product)	0,11	0,04	0,10	0,02	0,12	0,04
SFA+TFA (g/100g product)	3,58	0,38	4,01	0,42	4,23	0,27

Изследваните кисели млека от кози се характеризират с нисък холестеролемичен индекс (< 1.0) и варират от 0,38 до 0,67, като най-нисък е при ББМxТГ – 0,43. Киселото мляко от различни породи кози е със съдържание на ТМК от 0,07 до 0,16 g/100 g кисело мляко. Получените резултати за изсед-

The tested goat's yoghurt is characterized by a low cholesterol index (below 1.0) and ranges from 0.38 to 0.67, the lowest being BWDxTG – 0.43. Yoghurt of different goat breeds has TFA content from 0.07 to 0.16 g/100 g yoghurt. The results obtained for the samples that have been collected give us ваните образци ни дават основание да ги отнесем към продукти с ниско съдържание на ТМК, съгласно Регламент (ЕО) № 1924/2006. Съдържанието на наситени мастни киселини в изследваните кисели млека от кози варира през лактацията от 3,17 до 4,50, като най-ниска средна стойност е установена при ББМ – 3,58 g/100 g кисело мляко. Това ги определя като кисели млека с високо съдържание на наситени мастни киселини (над 1,5 g/100 g кисело мляко).

reason to refer them to products with a low content of TFA under Regulation (EC) No 1924/2006.

The content of saturated fatty acids in the goat's yoghurt varies during the lactation from 3.17 to 4.50, with the lowest average value found for BWD – 3.58 g/100 g yoghurt. This defines them as yoghurt with a high content of saturated fatty acids (above 1.5 g/100 g yoghurt).

ИЗВОДИ

Киселото мляко, получено от кръстоската на ББМ с ТГ е с най-високи показатели за мазнини, протеин и сухо вещество. Съдържанието на биологичноактивните мастни киселини в изследваните образци нараства двукратно- CLA, полезните транс мастни киселини и омега-3 мастни киселини. Получените резултати за изследваните кисели млека от различни породи кози се отнасят за продукти с ниско съдържание на ТМК (0,07 до 0,16 g/100 g кисело мляко) и с високо съдържание на наситени мастни киселини (от 3,17 до 4,50 g/100 g кисело мляко).

CONCLUSIONS

Yoghurt obtained from Bulgarian White Dairy (BWD) and its crosses Toggenburg goats has the highest value of fat, protein and total solids. The content of biologically active fatty acids in the analyzed yoghurt s increases twice – CLA, dietary trans fatty acids and omega-3 fatty acids. The results obtained for the yoghurt s of different goat breeds refer to products with a low content of TFA (0.07 to 0.16 g/100 g yoghurt) and high content of saturated fatty acids (3.17 to 4.50 g/100 g yoghurt).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **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.

2. **Kompan, D. and A.Komprej**, 2012. Milk Production – An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health. In: The Effect of Fatty Acids in Goat Milk on Health. InTech, London, United Kingdom, pp. 3-28, http://dx.doi.org/10.5772/50769

3. 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.

4. **Serafeimidou, A., S. Zlatanos, K. Laskaridis and A. Sagredos**, 2012. Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yoghurt s. *Food Chemistry,* 134, 1839-1846.

5. **Serhan, M., J. Mattar and L. Debs**, 2016. Concentrated yoghurt (Labneh) made of a mixture of goats' and cows' milk: Physicochemical, microbiological and sensory analysis. *Small Ruminant Research,* 138, 46-52.

6. **Ulbricht, T. , and D. A. Southgate**, 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet,* 338(8773), 985-992.