

ОСОБЕННОСТИ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА КОЗЬЕГО МОЛОКА И ПРОДУКТОВ НА ЕГО ОСНОВЕ

A.V. Samoylov, N.M. Suraeva, S.V. Koptsev,
V.P. Rachkova, E.Yu. Kolpakov, A.N. Petrov

FEATURES OF FATTY ACID COMPOSITION OF GOAT MILK AND THE PRODUCTS ON ITS BASIS

Самойлов А.В. – канд. биол. наук, зам. директора по инновациям лаб. качества и безопасности пищевой продукции Всероссийского НИИ технологии консервирования – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Московская обл., г. Видное. E-mail: molgen@vniitek.ru

Сураева Н.М. – д-р биол. наук, гл. науч. сотр. лаб. качества и безопасности пищевой продукции Всероссийского НИИ технологии консервирования – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Московская обл., г. Видное. E-mail: nsuraeva@yandex.ru

Коцеев С.В. – ст. науч. сотр. лаб. качества и безопасности пищевой продукции Всероссийского НИИ технологии консервирования – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Московская обл., г. Видное. E-mail: qdep@mail.ru

Рачкова В.П. – науч. сотр. лаб. качества и безопасности пищевой продукции Всероссийского НИИ технологии консервирования – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Московская обл., г. Видное. E-mail: qdep@mail.ru

Колпаков Е.Ю. – ст. науч. сотр. лаб. качества и безопасности пищевой продукции Всероссийского НИИ технологии консервирования – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Московская обл., г. Видное. E-mail: kolpakov-e@yandex.ru

Петров А.Н. – д-р техн. наук, акад. РАН, директор Всероссийского НИИ технологии консервирования – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Московская обл., г. Видное. E-mail: vniitek@vniitek.ru

Samoylov A.V. – Cand. Biol. Sci., Deputy Director, Lab. of Quality and Safety of Food Products, Russia Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems for RAS, Moscow Region. Vidnoye. E-mail: molgen@vniitek.ru

Suraeva N.M. – Dr. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Quality and Safety of Food Products, Russia Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems for RAS, Moscow Region. Vidnoye. E-mail: nsuraeva@yandex.ru

Koptsev S.V. – Senior Staff Scientist, Lab. of Quality and Safety of Food Products, Russia Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems for RAS, Moscow Region. Vidnoye. E-mail: qdep@mail.ru

Rachkova V.P. – Staff Scientist, Lab. of Quality and Safety of Food Products, Russia Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems for RAS, Moscow Region. Vidnoye. E-mail: qdep@mail.ru

Kolpakov E.Yu. – Senior Staff Scientist, Lab. of Quality and Safety of Food Products, Russia Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems for RAS, Moscow Region. Vidnoye. E-mail: kolpakov-e@yandex.ru

Petrov A.N. – Dr. Techn. Sci., Accad. RAS, Director, Russia Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems for RAS, Moscow Region. Vidnoye. E-mail: vniitek@vniitek.ru

Козье молоко в последнее время стало занимать значительную долю в рационе взрослых и детей, так как по сравнению с коровьим оно легко усваивается в желудочно-кишечном тракте. В связи с тем, что молочный жир козьего молока представляет собой один из важных компонентов этого продукта, изучение его характеристик открывает широкие возможности для исследований полезных для человека свойств. Поэтому в задачу наших исследований входило сравнительное изучение особенностей состава жирных кислот жировой фазы козьего молока и продуктов на его основе. В работе использовали образцы цельного пастеризованного питьевого козьего и коровьего молока. Проводили выделение жировой фазы с последую-

щим приготовлением метиловых эфиров жирных кислот. Были установлены максимальные и минимальные предельные значения массовых долей 16 жирных кислот цельного пастеризованного питьевого козьего и коровьего молока, а также кислomолочной продукции и сыра из козьего молока методом газовой хроматографии. В козьем молоке и его продуктах, в сравнении с коровьим, отмечены одинаковые уровни незаменимых жирных кислот, таких как линолевая и линоленовая, в то же время доли капроновой, каприловой и каприновой кислот были значительно выше. Изученные соотношения капроновой и каприловой кислот предложено использовать в качестве видовой характеристики козьего молока, так как их среднее значение в два раза ниже,

чем в коровьем молоке (0,85 и 1,61 соответственно). На основании экспериментальных данных по смешиванию козьего и коровьего молока была описана динамика значений данного соотношения уравнением регрессии линейного вида с высоким коэффициентом детерминации R^2 (0,9781). Полученная модель может быть использована для выявления фальсификации козьего молока коровьим.

Ключевые слова: козье молоко, жировая фаза, метиловые эфиры, фальсификация.

Goat's milk has recently begun to occupy a significant share in the diet of adults and children, as in comparison with cow milk it is easily assimilated in gastrointestinal tract. Due to the fact that milk fat of goat milk is one of important components of this product, the study of its characteristics opens up wide opportunities for researching useful properties for human beings. Therefore the research task was to compare features of fatty acid composition of fat phase of goat's milk and products based on it. In the study the samples of whole pasteurized drinking goat and cow milk were used. Fat phase was isolated, followed by the preparation of methyl esters of fatty acids. Maximum and minimum limit values of mass fractions of 16 fatty acids of whole pasteurized drinking goat and cow's milk, as well as fermented milk products and goat milk cheese by gas chromatography were established. In goat milk and its products, in comparison with the cow, identical levels of essential fatty acids, such as linoleic and linolenic, were noted, while the proportions of caproic, caprylic and capric acids were significantly higher. Studied ratios of caproic and caprylic acids have been proposed as species characteristic of goat's milk, since their mean value is half that in cow's milk (0.85 and 1.61, respectively). On the basis of experimental data on mixing of goat and cow's milk, the dynamics of the values of this ratio was described by the linear regression equation with a high coefficient of determination R^2 (0.9781). Obtained model can be used to detect the adulteration of goat's milk by cow.

Keywords: goat milk, fatty phase, methyl esters, adulteration.

Введение. Молочный жир козьего молока представляет собой один из важных компонентов, определяющих его качество и биологическую ценность. Благодаря более мелким жировым и казеиновым мицеллам, а также повышенной концентрации коротко- и среднецепочечных жирных кислот, входящие в состав жировой части связанные и свободные кислоты (коротко- и среднецепочечные насыщенные, моно- и полиненасыщенные, цис- и транс-изомеры жирные кислоты класса омега-3, омега-6 и другие), а также их соотношения могут быть ответственны за противомикробные, противовоспалительные и антиканцерогенные свойства козьего молока.

Ранее пристальное внимание уделялось вопросу гипоаллергенности козьего молока из-за низкого содержания s1-казеина как наиболее аллергенного белка коровьего молока. Однако в последнее время было показано, что и этого количества s1-казеина вполне достаточно, чтобы козье молоко обладало высокой аллергенностью [1]. При этом оказалось, что генетический полиморфизм молочных белков связан с массовыми долями определенных жирных кислот и в перспективе возможна селекция животных с необходимыми соотношениями жирных кислот в отношении аллергенных белков [2].

Козье молоко характеризуется уникальным соотношением границ массовых долей лауриновой (C12:0) и каприновой (C10:0) жирных кислот. Это соотношение не только в два раза ниже, чем в коровьем молоке, но и благодаря узкому диапазону отклонений от среднего значения может быть использовано для выявления фальсификации козьего молока коровьим [3].

Изучение особенностей молочного жира, и в частности триглицеридов жирных кислот, открывает широкие возможности для исследований полезных для человека свойств и критериев подлинности молочных продуктов из козьего молока. Принимая во внимание, что порода коз, период их лактации, условия кормления, климата могут оказывать влияние на состав жировой части в молочном жире [4, 5], то представляется крайне необходимым проведение подобных исследований.

Цель исследования. Изучение характерных видовых особенностей состава жирных кислот жировой фазы козьего молока, а также молочных продуктов (сыр и йогурт) из него.

Задачи исследования: провести сравнительный анализ массовых долей жирных кислот жировой фазы козьего молока и молочных продуктов из него, изучить характер соотношений этих кислот с целью выявления видовых отличий козьего молока от коровьего.

Объекты и методы исследования. В работе использовали образцы цельного пастеризованного питьевого козьего и коровьего молока с массовой долей жира от 2,8 до 4,5 %, а также йогурт и сыр из козьего молока, изготовленные на предприятиях Центрального региона РФ. Проводили выделение жировой фазы с последующим приготовлением метиловых эфиров жирных кислот. Полученную смесь метиловых эфиров жирных кислот разделяли с использованием газохроматографической системы «Кристалл 5000M» с пламенно-ионизационным детектором (ЗАО СКБ «Хроматек», Россия, Йошкар-Ола) на капиллярной кварцевой колонке Agilent CP7420 Select FAME (Agilent Technologies, США). Расчёт проводили по методу внутренней нормализации [6].

Результаты и их обсуждение. Была проведена оценка профиля массовых долей 16 жирных кислот,

что в сумме составило более 90 % всех жирных кислот козьего молока. Для сравнения таким же образом были идентифицированы метиловые эфиры жирных кислот образцов коровьего молока (табл.1).

Отличительной особенностью состава жирных кислот натурального молочного жира является наличие масляной кислоты. В исследованиях среднее значение границ массовых долей масляной кислоты в жировой фазе козьего молока составило 2,0 % от общей суммы жирных кислот; в коровьем – 2,78 %. Согласно зарубежным литературным данным, доля масляной кислоты в козьем молоке имеет похожие границы, при этом процент может быть как выше, так и ниже, чем в коровьем молоке [4, 7].

Было обнаружено, что в козьем молоке, в отличие от коровьего, почти в два раза выше уровень капроновой, каприловой и каприновой кислот [4, 7]. Как видно из таблицы 1, в молоке от отечественных коз сохранялась данная тенденция, за исключением капроновой кислоты, где эта разница была значительно меньше. В этих же исследованиях были отмечены значительно более высокие уровни среднецепочечных (C12:0–14:0) жирных кислот в козьем молоке по сравнению с коровьим и женским молоком, и в данных исследованиях также подтвердились эти закономерности.

Таблица 1

Жирнокислотный состав козьего и коровьего молока

Жирная кислота	Границы массовых долей жирных кислот молочного жира, в % от их суммы			
	Козье питьевое молоко (n=14)		Коровье питьевое молоко (n=18)	
	Среднее значение	Диапазон	Среднее значение	Диапазон
Масляная C4:0	2,0	1,5-2,7	2,78	2,4-3,2
Капроновая C6:0	2,0	1,8-2,2	1,81	1,5-2,1
Каприловая C8:0	2,4	2,0-2,8	1,13	0,9-1,3
Каприновая C10:0	8,5	6,8-10,0	2,55	1,9-3,0
Деценная C10:1	0,2	0,0-0,6	0,26	0,2-0,3
Лауриновая C12:0	4,0	2,9-5,1	2,98	2,2-3,6
Миристиновая C14:0	9,8	8,3-11,0	10,16	8,1-11,5
Миристолеиновая C14:1	0,2	0,1-0,2	0,86	0,6-1,2
Пальмитиновая C16:0	26,6	23,1-31,2	29,00	24,1-33,0
Пальмитолеиновая C16:1	0,9	0,4-1,0	1,73	1,4-2,0
Стеариновая C18:0	10,9	7,1-14,2	11,04	8,5-13,5
Олеиновая C18:1	24,2	20,4-28,4	26,32	21,8-30,1
Линолевая C18:2	3,3	2,5-4,2	3,23	2,1-4,3
Линоленовая C18:3n3	0,7	0,3-1,0	0,61	0,4-0,9
Арахидиновая C20:0	0,3	0,1-0,5	0,21	0,2-0,3
Бегеновая C22:0	0,1	0-0,2	0,08	До 0,1
Прочие	4,0	–	5,27	–
Соотношение 6:8	0,85	0,68-0,90	1,61	1,50–1,78
Соотношение 12:10	0,48	0,39-0,56	1,17	0,97-1,29

Выявленные в результате проведенных исследований характеристики жирных кислот в продуктах переработки козьего молока были идентичны полученным для козьего молока (табл. 2), что указывало

на устойчивость жировой фазы к термическим и ферментативным факторам воздействия в процессе производства, а также могло свидетельствовать о подлинности этих продуктов.

Таблица 2

Жирнокислотный состав молочной продукции из козьего молока

Жирная кислота	Границы массовых долей жирных кислот молочного жира, в % от их суммы			
	Йогурт (n=18)		Сыр (n=9)	
	Среднее значение	Диапазон	Среднее значение	Диапазон
1	2	3	4	5
Масляная C4:0	2,0	1,6-2,9	2,0	1,5-2,3
Капроновая C6:0	2,0	1,8-2,1	2,1	1,8-2,5
Каприловая C8:0	2,3	2,1-2,5	2,5	2,0-3,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Каприновая С10:0	8,4	7,4-9,3	8,6	6,5-10,5
Деценовая С10:1	0,2	0,0-0,3	0,2	0,1-0,3
Лауриновая С12:0	4,3	2,9-5,2	4,2	2,9-5,7
Миристиновая С14:0	10,5	8,3-11,4	10,0	8,5-11,7
Миристолеиновая С14:1	0,2	0,1-0,4	0,2	0,1-0,3
Пальмитиновая С16:0	28,3	25,4-31,2	25,2	23,2-27,4
Пальмитолеиновая С16:1	1,0	0,4-1,4	0,9	0,8-1,0
Стеариновая С18:0	10,0	6,6-14,2	11,4	8,3-14,3
Олеиновая С18:1	23,4	20,1-27,5	24,2	20,0-28,2
Линолевая С18:2	2,9	2,1-3,9	3,6	3,1-4,1
Линоленовая С18:3n3	0,7	0,3-1,0	0,5	0,3-0,8
Арахидовая С20:0	0,2	0,1-0,4	0,3	0,2-0,3
Бегеновая С22:0	0,1	0,0-0,2	0,1	0,0-0,1
Прочие	3,5	1,8-5,1	4,2	1,8-5,1
Соотношение 6:8	0,86	0,83-0,91	0,83	0,77-0,95
Соотношение 12:10	0,51	0,39-0,57	0,49	0,44-0,54

Средние значения и пределы соотношений границ массовых долей триглицеридов лауриновой и каприновой жирных кислот (С12:0/С10:0) были идентичными с упомянутыми выше зарубежными данными [3] и составили для козьего молока 0,48 (диапазон – от 0,39 до 0,56), кисломолочной продукции и сыра из козьего молока – 0,51 (диапазон – от 0,39 до 0,57) и 0,49 (диапазон – от 0,44 до 0,54) соответственно коровьего – 1,17 (диапазон – от 0,97 до 1,29).

Были проанализированы возможные значения соотношений остальных жирных кислот (табл. 1, 2), и оказалось, что соотношение С6:0/С8:0 также может быть отнесено к видовой характеристике козьего молока, так как среднее значение этого соотношения для козьего молока составило 0,85 (диапазон – от 0,68 до 1,10), а для коровьего – 1,61 (диапазон –

от 1,50 до 1,78). Аналогичные данные были получены и для йогурта и сыра из козьего молока, а именно – средние значения С6:0/С8:0 составили 0,86 (диапазон – от 0,83 до 0,91) и 0,83 (диапазон – от 0,77 до 0,95) соответственно.

С целью проверки возможности выявления фальсификации козьего молока коровьим молоком с помощью анализа вышеуказанных значений соотношений жирных кислот был проведён эксперимент, в котором в разных пропорциях была приготовлена смесь из образцов питьевого козьего и коровьего молока с одинаковой жирностью. В результате исследования состава жировой фазы приготовленных смесей была выявлена динамика данных соотношений, которую можно представить соответствующими уравнениями регрессии (рис. 1 и 2).

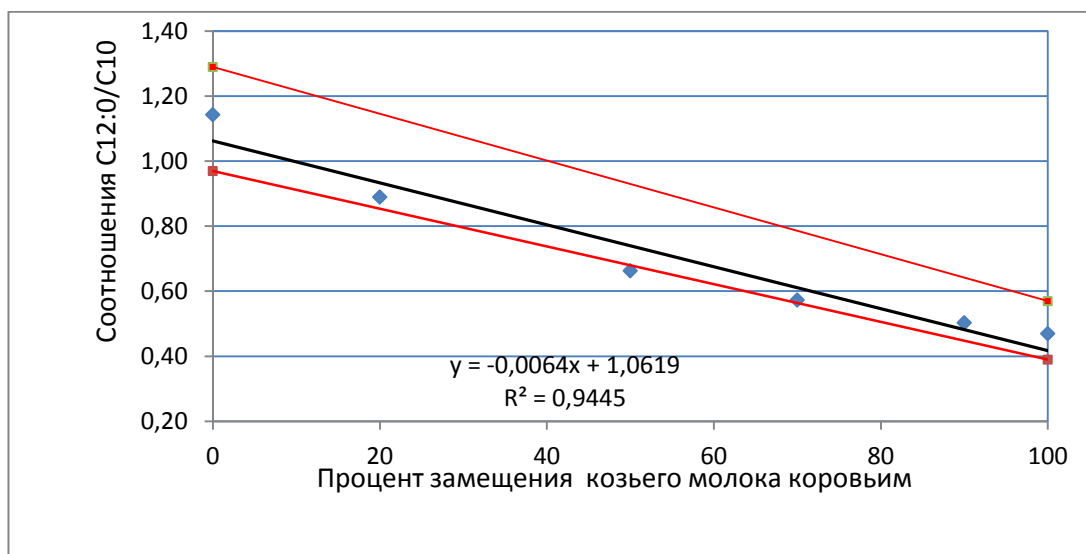


Рис. 1. Динамика соотношений жирных кислот С12:0/С10:0 в зависимости от разбавления козьего молока коровьим молоком

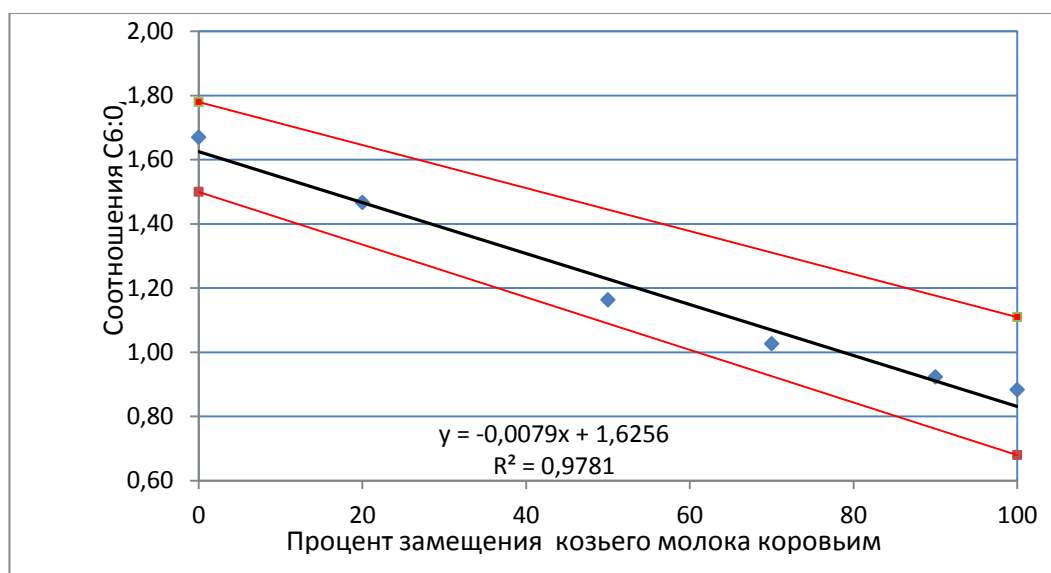


Рис. 2. Динамика соотношений жирных кислот С6:0/С8:0 в зависимости от разбавления козьего молока коровьим молоком

Несмотря на возможные ошибки, связанные с приписанной погрешностью метода измерения и методикой смешивания, эти модели характеризовались высоким коэффициентом детерминации R^2 , что является опытным подтверждением прямо пропорциональной зависимости между значениями соотношений С12:0/С10:0 и С6:0/С8:0 и долей добавленного коровьего жира.

Выводы

1. Были выявлены значительные различия в жирнокислотном составе жировой фазы отечественного козьего молока по сравнению с коровьим. Особенно заметно различие проявлялась в повышении концентрации каприловой и каприновой кислот, а также уровня среднецепочечных (С12:0–14:0) жирных кислот.

2. Отечественные продукты переработки козьего молока по жирнокислотному составу совпадали с аналогичным составом отечественного козьего молока, что подтверждает их высокое качество и аутентичность.

3. Впервые было показано, что козье молоко характеризуется уникальным соотношением границ массовых долей капроновой и каприловой жирных кислот, и его значение возрастает прямо пропорционально добавлению в козье молоко коровьего. Данная особенность жирнокислотного состава козьего молока и продуктов из него может быть использована для выявления возможной фальсификации коровьим молоком.

Литература

1. Пампура А.Н., Боровик Т.Э., Захарова И.Н. [и др.]. Козье молоко в питании детей с аллергическими заболеваниями: мифы и реалии // Вопросы современной педиатрии. – 2012. – Т. 11. – № 3. – С. 102–107.
2. Ворожко И.В., Скидан И.Н., Черняк О.О. Современные тренды изучения полиморфизма генов, кодирующих белки козьего молока // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85. – № 5. – С. 13–21.
3. Iverson J.L., Sheppard A.J. Detection of adulteration in cow, goat and sheep cheeses utilizing gas-liquid chromatographic fatty acid data. // J Dairy Sci. – 1989. – № 72. – P. 1707–1712.
4. Tudisco R., Grossi M., Addi L. [et al.]. Fatty Acid Profile and CLA Content of Goat Milk: Influence of Feeding System // Journal of Food Research. – 2014. – V. 3. – № 4. – P. 93–100.
5. Strzałkowska N., Józwiak A., Bagnicka E. [et al.]. Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation // Animal Science Papers and Reports. – 2009. – V. 27. – № 4. – P. 311–320.
6. Самойлов А.В., Колпаков Е.Ю., Сураева Н.М. [и др.]. Сезонные изменения жирнокислотного состава коровьего молока // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 9 – С. 35–40.
7. Park Y.W., Haenlein G.F.W. // Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Wiley-Blackwell. – 2006. – P. 472.

Literatura

1. Pampura A.N., Borovik T.Je., Zaharova I.N. [i dr.]. Koz'e moloko v pitanii detej s allergichesкими заболеваниями: mify i realii // Voprosy sovremennoj pediatrii. – 2012. – Т. 11. – № 3. – S. 102–107.
2. Vorozhko I.V., Skidan I.N., Chernjak O.O. Sovremennye trendy izuchenija polimorfizma genov, kodirujushhih belki koz'ego moloka // Voprosy pitaniya. – 2016. – Т. 85. – № 5. – S. 13–21.
3. Iverson J.L., Sheppard A.J. Detection of adulteration in cow, goat and sheep cheeses utilizing gas-liquid chromatographic fatty acid data. // J Dairy Sci. – 1989. – № 72. – P. 1707–1712.
4. Tudisco R., Grossi M., Addi L. [et al.]. Fatty Acid Profile and CLA Content of Goat Milk: Influence of Feeding System // Journal of Food Research. – 2014. – V. 3. – № 4. – P. 93–100.
5. Strzałkowska N., Józwick A., Bagnicka E. [et al.]. Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation // Animal Science Papers and Reports. – 2009. – V. 27. – № 4. – P. 311–320.
6. Samojlov A.V., Kolpakov E.Ju., Suraeva N.M. [i dr.]. Sezonnje izmenenija zhirkokislотного состава korov'ego moloka // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 9 – S. 35–40.
7. Park Y.W., Haenlein G.F.W. // Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Wiley-Blackwell. – 2006. – P. 472.



УДК 635.0.813

**Н.А. Величко, С.Н. Клименок,
О.В. Демина**

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХВОЙНЫХ ЭКСТРАКТОВ В РЕЦЕПТУРАХ НАСТОЕК

**N.A. Velichko, S.N. Klimenok,
O.V. Demina**

THE POSSIBILITY OF USING CONIFEROUS EXTRACTS IN THE FORMULATIONS OF TINCTURES

Величко Н.А. – д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии консервирования и пищевой биотехнологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: vena@kgau.ru

Клименок С.Н. – магистрант каф. технологии консервирования и пищевой биотехнологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: vena@kgau.ru

Демина О.В. – канд. техн. наук, доц. каф. химии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: vena@kgau.ru

Velichko N.A. – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Technology of Conservation and Food Biotechnology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: fppp@kgau.ru

Klimenok S.N. – Magistrate Student, Chair of Technology of Conservation and Food Biotechnology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: vena@kgau.ru

Demina O.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Chemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: vena@kgau.ru

Существующая тенденция импортозамещения, а также стремление современного общества к натуральным продуктам дают возможность получения на основе нетрадиционного сырья новых оригинальных продуктов различного назначения. Эти компоненты позволяют ввести в пищевой рацион ингредиенты, благотворно влияющие на процессы и физиологические функции в организме человека, улучшая здоровье и уменьшая риск развития заболеваний. Напитки, имея большой круг потребителей, являются наиболее простой технологической основой для введения в них новых

ингредиентов, процесс получения не требует больших затрат, а минимальная обработка позволяет сохранить в продукте полезные вещества. Цель исследования: разработка рецептуры горькой настойки с хвойным экстрактом. Задачи: изучить химический состав экстракта кедр; разработать рецептуру горькой настойки с хвойным экстрактом; определить показатели качества полученного напитка. Объектом исследования являлись хвойные экстракты, полученные из древесной зелени хвойных пород Сибири, и горькая настойка. Исследование химического состава