

**Гильманов Хамид Халимович, н.с., к.б.н.,
Вафин Рамиль Ришадович, с.н.с., д.б.н., профессор РАН,
Блиадзе Владимир Геннадьевич, м.н.с.,
Михайлова Ирина Юрьевна, н.с.**

ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (Россия, г. Москва)

ПРОБЛЕМА ФАЛЬСИФИКАЦИИ ВИДОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ МОЛОКА

Аннотация. В статье представлен литературный обзор, посвященный идентификации продовольственного сырья и пищевой продукции на предмет подлинности и фальсификации видовой принадлежности молока. Ряд ранее используемых аналитических методов не позволяет однозначно установить видовую принадлежность молока, вследствие чего актуально внедрение в практику высокочувствительных и специфичных молекулярно-генетических методов, имеющих важное научно-практическое значение.

Ключевые слова: молоко, видовая идентификация, фальсификация, качество, безопасность.

**Gilmanov Khamid Khalimovitch, scientist, Ph.D.,
Vafin Ramil Rishadovitch, senior researcher, D.E., professor of RAS,
Bliadze Vladimir Gennadievitch, research assistant,
Michailova Irina Yurjevna, research officer
All-Russian Dairy Research Institute (Russia, Moscow)**

THE PROBLEM OF FALSIFICATION OF MILK SPECIES APPLIANCE

Abstract. The literature review is presented in the article devoted to the identification of foodstuff raw material and food products for the purpose of identity and falsification of milk species appliance. The series of previously used analytical methods don't make it possible to determine uniquely milk species appliance due to which the implementation in practice of highly sensitive and specific molecular-genetic methods possessing very important scientific-practical meaning is very actual.

Key words: milk, species identification, falsification, quality, safety.

Растущий рынок производства и потребления молочной продукции сталкивается с проблемой фальсификации молока-сырья и продуктов его переработки. Одной из форм фальсификации является замена заявленного вида молока другим, зачастую менее ценным в пищевом отношении, что существенно снижает качество и безопасность производимых из него молочных

продуктов. К примеру, козье молоко, считающееся гипоаллергенным и близким по составу к женскому молоку, заменяют коровьим [1].

Российский рынок представлен достаточно большим ассортиментом молочной продукции как отечественного, так и зарубежного производства. Конечному потребителю зачастую сложно определится с выбором объективно качественной и безопасной продукции из предлагаемого ассортимента.

В настоящее время намечается тенденция к повышению потребительского спроса на высококачественную продукцию, в том числе органическую и продукты защищенного наименования места происхождения (Protected Designation of Origin, PDO), защищённого географического указания (Protected Geographical Indication, PGI) и с гарантией традиционности производства (Traditional Specialities Guaranteed, TSG).

За последние два десятилетия увеличился спрос на нетрадиционное (козье, кобылье, верблюжье, овчье и буйвальное) молоко и получаемую из него молочную продукцию. Состав молока разных видов сельскохозяйственных животных существенно различается по таким физико-химическим показателям, как массовая доля белков и жиров, минеральных веществ, витаминов, ферментов и др. Так, например, в овечьем молоке содержание белка на 10-15 % выше, чем в козьем молоке и почти в 2 раза его больше, чем в коровьем [2]. Важным идентификационным критерием видовой принадлежности молока также является полиморфизм казеинов – составных технологических компонентов молока-сырья, определяющих возможность его промышленной переработки.

По сравнению с традиционным (коровьим) молоком, нетрадиционное имеет более высокую питательную ценность [3], обладает антибактериальным действием на патогенную и условно-патогенную микрофлору, усиливая иммунологические противовоспалительные реакции [4], а также характеризуется потенциалом противоопухолевой активности [5]. Однако объём производства нетрадиционного молока намного ниже, по сравнению с производством и переработкой коровьего молока.

Сегодня международные организации (ООН, ВОЗ, ФАО и др.) озабочены ситуацией в мире по обеспечению населения безопасными и качественными продуктами питания. Решение проблемы фальсификации пищевых продуктов, в частности, молочной продукции, в контексте безопасности и добросовестной торговли пищевыми продуктами является наиболее актуальным. Неслучайно основной темой 31-ой сессии Координационного комитета ФАО/ВОЗ по Европе в сентябре 2019 г. была обозначена «Фальсификация пищевой продукции: устранение рисков, предотвращение и противодействие».

Частичная или полная подмена молока различных сельскохозяйственных животных при выработке молочных продуктов, ведет к росту экономических потерь на производстве и возможной опасности для человека [6]. Так, например, в случае фальсификации молочной продукции частичной или полной подменой козьего молока коровьим, содержащиеся в ней молочные белки могут быть потенциальными аллергенами [1,2]. В группу риска при этом попадают такие уязвимые слои населения, как дети, беременные, пожилые и больные люди, для которых употребление фальсифицированных молочных

продуктов с аллергенными компонентами чревато не только непоправимым ущербом здоровью, но также и смертельным риском.

Аллергенность белков молока связана с наличием в их составе пептидов-детерминантов, которые способны связываться с антителами и Т-клеточными рецепторами. К основным аллергенам коровьего молока относятся α -лактальбумин, β -лактоглобулин, иммуноглобулины и $\alpha s1$ -казеин [7,8].

Эффективными методами снижения аллергенности белков молока служат различные виды обработки молочного протеина с целью получения пептидов различной молекулярной массы, обладающих меньшей аллергенностью [8].

Вынужденным методом борьбы с пищевой аллергией, используемым потребителями, является исключение пищевого продукта, вызывающего аллергические заболевания, из рациона. Так как молочные белки относятся к легко усваиваемым человеческим организмом и содержат незаменимые аминокислоты, полное исключение их из рациона питания человека носит негативный характер. К тому же, если потребитель сталкивается с умышленно недостоверной маркировкой пищевой продукции, он не сможет полностью исключить аллерген из потребления [6].

Среди существующих методов анализа происхождения молока наиболее широко используемыми являются иммунологические [9], электрофоретические [10] и хроматографические методы [11,12].

Иммунологические методы основаны на связывании антител, сопряженных с видоспецифичными молекулами белков того или иного вида молока. Эти методы применимы также и в изучении многокомпонентных белковых смесей. Электрофоретические методы базируются на разделении различно заряженных поликомпонентных веществ под воздействием постоянного электрического поля. Хроматографические методы построены на циклических этапах сорбции и десорбции, происходящих между подвижной фазой с растворенной пробой исследуемого образца и неподвижным сорбентом.

Все перечисленные способы идентификации имеют ограничения при обнаружении фальсификации молочной продукции. К примеру, одно из основных ограничений – возможность применения данных методов только в молоке-сырье. Это связано с разрушением тканей и деградацией белков в процессе технологической обработки сырья при производстве молочной продукции.

Молоко от различных видов сельскохозяйственных животных содержит большое количество соматических клеток (клетки различных тканей и органов). Исследования ряда авторов показали возможность использования этих клеток в качестве источника ДНК, которая в дальнейшем может быть исследована с помощью молекулярно-генетических методов [13,14,15].

В отличие от белков, ДНК более устойчива и информативна в части видовой специфиичности. Ее в дальнейшем можно исследовать с помощью молекулярно-генетических методов (ПЦР, ПЦР-ПДРФ и секвенирование), основанных на принципе установления нуклеотидной последовательности ДНК-локусов различных сельскохозяйственных животных, что расширяет их возможность применения не только в сырье, но и в готовой продукции.

Разработка методик видовой идентификации молочной продукции на основе ДНК-анализа ведется во многих странах. Исследователями созданы способы, основанные на анализе ядерных [16,17] и митохондриальных генов [18,19] соматических клеток, которые можно использовать в качестве молекулярных маркеров для идентификации видовой принадлежности молока и сырьевого состава молочной продукции.

Потенциал применения молекулярно-генетических методов для видовой идентификации молока и молочных продуктов полностью не реализован.

Выводы. Среди множества аналитических методов отдельно следует выделить те, которые способствуют аутентификации продовольственного сырья и пищевой продукции по биологической и географической принадлежности. В данном аспекте наиболее целесообразно применение высокоэффективных ДНК-технологий. Исследования по совершенствованию молекулярно-генетических и биоинформационных систем идентификации видовой принадлежности молока и сырьевого состава молочной продукции имеют важное научно-практическое значение с перспективой внедрения в систему надзора за оборотом фальсификата.

Список литературы

1. Андрусенко С.Ф. Применение диск-электрофореза в полиакриламидном геле для изучения молочных белков // Наука. Инновации. Технологии. 2002. № 31. С. 105-109.
2. Шувариков А.С., Канина К.А., Робкова Т.О., Юрова Е.А. К вопросу оценки состава и свойств овечьего, козьего и коровьего молока // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. № 1. С. 20-22.
3. Shuvarikov A.S., Baimukanov D.A., Dunin M.I., Pastukh O.N., Zhukova E.V., Yurova E.A., et al. Estimation of composition, technological properties, and factor of allergenicity of cow's, goat's and camel's milk // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2019. № 6 (382). P. 64-74.
4. Shariati Kia M., Behbahani M., Mohabatkar H. Anticancer activity of cow, sheep, goat, mare, donkey and camel milks and their caseins and whey proteins and in silico comparison of the caseins // Molecular biology research communications. 2017. Vol. 6. P. 57-64.
DOI: <https://doi.org/10.22099/mbrc.2017.4042>.
5. Medeiros G.K.V.V., Queiroga R.C.R.E., Costa W.K.A., Gadelha C.A.A., e Lacerda R.R., et al. Proteomic of goat milk whey and its bacteriostatic and antitumour potential // International Journal of Biological Macromolecules. 2018. Vol. 113. P. 116-123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.200>.
6. Петров А.Н., Ханферьян Р.А., Галстян А.Г. Актуальные аспекты противодействия фальсификации пищевых продуктов // Вопросы питания. 2016. № 5. С. 86-92.
7. Кручинин А.Г., Рязанцева К.А., Агаркова Е.Ю. Использование протеолиза белков молока при разработке молочных продуктов со сниженной

аллергенностью // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. 2015. № 1. С. 289-291.

8. Антипова Т.А., Фелик С.В., Кузнецов В.В., Агаркова Е.Ю. К вопросу о разработке гипоаллергенных продуктов детского питания // В сборнике: Перспективные биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов VII Международный научно-практический симпозиум. Под редакцией В.А. Полякова, Л.В. Римаревой. 2014. С. 405-408.

9. Yang Z. Indirect ELISA for detection and quantification of bovine milk in goat milk // J. Food Sci. Tech. 2010. Vol. 31. № 24. P. 370-373.

10. Юрова Е.А., Кобзева Т.В., Полякова О.С. Разработка методик измерений на основе высокоэффективных методов анализа // Переработка молока. 2016. № 5 (199). С. 6-9.

11. Enne G., Elez D., Fondrini F., Bonizzi I., Feligini M., Aleandri R. High-performance liquid chromatography of governing liquid to detect illegal bovine milk addition in water buffalo Mozzarella: Comparison with results from raw milk and cheese matrix // Journal of Chromatography A. 2005. Vol. 1094. №1-2. P. 169-174.

12. Branciari R., Nijman I.J., Plas M.E., Di Antonio E., Lenstra J.A. Species origin of milk in Italian Mozzarella and Greek Feta cheese // Journal of Food Protection. 2000. Vol. 63. P. 408-411.

13. Lipkin E., Shalom A., Khatib H., Soller M., Friedmann A. Milk as a source of deoxyribonucleic acid and as a substrate for the polymerase chain reaction // Journal of Dairy Science. 1993. Vol. 76. P. 2025-2032.

14. Amills M., Francino O., Jansa M., Sanchez A. Isolation of genomic DNA from milk samples by using Chelex resin // Journal of Dairy Research. 1997. Vol. 64. №. 2. P. 231-238.

15. Maudet C., Taberlet P. Detection of cows' milk in goats' cheeses inferred from mitochondrial DNA polymorphism // Journal of Dairy Research. 2001. Vol. 68. №. 2. P. 229-235.

16. Costa J., Amaral J.S., Grazina L., Oliveira M.B.P.P., Mafra I.. Matrix-normalised real-time PCR approach to quantify soybean as a potential food allergen as affected by thermal processing // Food Chemistry. 2017. Vol. 221. P. 1843-1850.

17. Xiao G., Qin C., Wenju Z., Qin C. Development of a real-time quantitative PCR assay using a TaqMan Minor Groove Binder Probe for the detection of α -lactalbumin in food // Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 99. № 3. P. 1716-1724.

18. Köppel R., Dvorak V., Zimmerli F., Breitenmoser A., Eugster A., Waiblinger H.-U. Two tetraplex real-time PCR for the detection and quantification of DNA from eight allergens in food // European Food Research and Technology. 2010. Vol. 230. № 3. P. 367-374.

19. Köppel R., Velsen-Zimmerli F., Bucher T. Two quantitative hexaplex real-time PCR systems for the detection and quantification of DNA from twelve allergens in food // European Food Research and Technology. 2012. Vol. 235. № 5. P. 843- 852.